Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg a. d. Lahn
(Direktor: Professor Dr. W. Pfannenstiel)

# Tierexperimentelle Untersuchungen über einige Wirkungen des Hersfelder Lullus- und Linggbrunnens

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Hans Stern
aus Minden (Westf.)

Marburg a. d. Lahn 1936
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)

Angenommen von der Medizinischen Fakultät in Marburg
am 17. Dezember 1936.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Professor Dr. W. Pfannenstiel.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

# Inhaltsübersicht.


I. Einleitung . . . . . 1
II. Mineralwasser und Kohlehydratstoffwechsel . . 3
III. Mineralwasser und Blutbakterizidie . . . . . 9
IV. Mineralwasser und Abführwirkung . . . . . 11
V. Mineralwasser und Körpergewicht . . . . . 12
VI. Eigene Versuche
a) Blutzucker . . . . . 13
b) Blutbakterizidie . . . . . 16
c) Abführwirkung . . . . . 19
d) Körpergewicht . . . . . 20
VII. Schlußbetrachtung . . . . . 22
VIII. Zusammenfassung . . . . . 23
IX. Abbildungen . . . . . 25
X. Tabellen . . . . . 31
XI. Schriftennachweis . . . . . 43

# Einleitung.

Die neuere Balneologie ist bestrebt, experimentelle Beweise für die meist schon lange bekannte, empirisch gefundene gute Wirkung der Heilquellen zu liefern. Die Zentralstelle für Balneologie forderte sogar, daß eine Heilquelle nur dann als solche bezeichnet werden sollte, wenn ihre Heilwirkung wissenschaftlich begründet werden kann (Pfannenstiel[87]). Diese Forderung stößt auf große Schwierigkeiten. Es sind wohl zahlreiche Arbeiten erschienen, die Einzelwirkungen der Mineralwässer aufgedeckt und die das heutige Wissen in dieser Hinsicht weitergebracht haben. Trotzdem ist sehr vieles hierüber noch unklar. Analytische Einzeluntersuchungen, die sich auf die Teilwirkungen erstrecken, sind unentbehrlich. Bei diesen Einzeluntersuchungen darf jedoch nicht vergessen werden, daß jede Heilquelle als Ganzes betrachtet werden muß. Darum ist schließlich das Endziel aller Arbeiten eine Synthese, die Feststellung der Gesamtwirkungen.

Untersuchungen mit Mineralwässern sind auf die verschiedenartigste Weise unternommen worden. Viele Arbeiten über Beeinflussung des Zuckerhaushaltes liegen vor. Andere Autoren untersuchten die Einwirkung auf die Blutbakterizidie. Perrin und Cuénot[79]) fanden ein Entgiftungsvermögen von Mineralwässern, Kopf[70]) stellte einen Zusammenhang zwischen Hormon- und Mineralwasserwirkung fest, Abelin[2]) zwischen Schilddrüsenstoffen und verschiedenen Ionen. Dehnicke[30]) beobachtete eine Änderung des Kationenverhältnisses im Organismus durch Mineralwassertrinkkuren, die durch entsprechende Diät bedeutend verstärkt wurde. Beckmann[16]) erklärt eine Anregung der Organtätigkeit als Folge einer Beeinflussung des Säure-Basengleichgewichtes im gesamten Körperhaushalt, besonders bei Zuständen der kompensierten Azidose oder Alkalose. Bei einer Trinkkur mit der alkalischen Ulrikusquelle (Passug) findet Keller-Stoppany[66]) das Säure-Basengleichgewicht nach der basischen, mit der erdigen Magdalenaquelle (Rheinfelden) nach der sauren Seite verschoben. Daneben kommt

es in beiden Fällen zu einer Transmineralisation zwischen Kalzium und Magnesium. Spiro[104]) weist auf die mengenmäßig gering in Mineralwässern vorhandenen Elemente hin und sieht in ihnen Katalysatoren, die im Organismus mit seinen zahlreichen Zelloberflächen gute Angriffsmöglichkeiten haben. Nach Simó[103]) werden Froschlaich und verschiedene Pflanzen mehr oder weniger durch Schallerbacher Akratothermen in ihrem Wachstum beeinflußt. Jusatz[58]) [89]) berichtet von einem günstigen Effekt der Mineralwasserzufuhr auf den Katalasegehalt des Blutes. Man hat auch niedrig konzentrierte Lösungen von einzelnen Salzen und Salzgemischen auf den tierischen Organismus einwirken lassen, um in den Chemismus des Salzhaushaltes einzudringen (Harpuder[52]). Ohne weiteres lassen sich die Ergebnisse solcher Versuche nicht auf die Mineralwässer anwenden. Harpuder[51]) [53]) schreibt dazu in anderen Arbeiten, daß antagonistische und synergische Einflüsse der Neutralsalze angenommen werden müssen, und daß der Effekt eines Brunnens schon nach dieser einen Richtung vom gesamten mineralischen Milieu abhängig ist. Hier müsse die komplizierte Salzmischung als Ganzes für den Effekt verantwortlich gemacht werden. Ronge[95]) sagt, daß jede Mineralquelle ein Individuum für sich darstellt, das seiner eigenartigen Zusammensetzung nach als Ganzes zu bewerten ist. Ähnlich äußert sich Lampert[71]): Nie dürfen wir ein Mineralwasser nach einem vielleicht in der Menge überwiegenden Bestandteil charakterisieren, wenn auch das eine oder andere Salz in seiner Wirkung stärker zur Geltung kommen mag. Diese Aufzählung von verschiedenen Untersuchungsarten erhebt bei weitem keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie soll nur Kenntnis geben über die Vielfältigkeit der Mineralwasseruntersuchungen.

## II. Mineralwasser und Kohlehydratstoffwechsel.

Über den Einfluß von Mineralwässern auf den Zuckerhaushalt liegen zahlreiche Beobachtungen vor. Die angewandten Untersuchungsmethoden sind sehr verschieden. Arnoldi und Ettinger[9]) bestimmten bei Patienten den Blutzuckerspiegel vor und eine halbe bzw. eine ganze Stunde nach dem Trinken von 200 ccm natürlichen Karlsbader Wassers und fanden ihn hinterher meist herabgesetzt, besonders wenn er vorher über die Norm erhöht war. Über Ähnliches berichten Arnoldi und Roubitschek[11]). Bickel[17]) benutzte den Quotienten *C : N* im Harn (Restquotient, da er bei der Berechnung durch Zugrundelegung des Gesamtkohlenstoffwertes minus Zucker- und Ketonkörperkohlenstoff erhalten wurde), um durch sein Absinken nach einer Trinkkur mit Neuenahrer Sprudel an Kaninchen die günstige antidiabetische Wirkung zu zeigen. Jusatz[22]) [59]) wies mit der Blutzuckerkurve nach Staub[105]) [106]) [108]) an Kaninchen die blutzuckersenkende Wirkung des Mineralbrunnens „Staatlich Fachingen" nach, im direkten Versuch nach Jusatz konnte er die gleiche Wirkung feststellen. Kauffmann-Cosla und Zörkendörfer[60]) [61]) [62]) [63]) [64]) [65]) sahen in ihren Untersuchungen am Menschen den günstigen Einfluß der Karlsbader und Marienbader Glaubersalzquellen auf den Stoffwechsel von Diabetikern in der Erhöhung der Toleranz für Kohlehydrate, im Absinken bzw. Verschwinden des Harnzuckers, im Verschwinden des dysoxydablen Kohlenstoffs im Harn, im Verschwinden der Ketonkörper, im Absinken des pathologisch vermehrten Gesamtkohlenstoffs im Harn zur Norm, ebenso seines Verhältnisses zum Gesamtstickstoff im Harn, im Zurückgehen des Blutzuckers auf normale Werte, in einer deutlichen Phosphorretention im Blut und im Ansteigen des pathologisch erniedrigten respiratorischen Quotienten auf normale Höhe. Weskott[115]) bestimmte bei Diabetikern den Blutzucker vor und nach dem Trinken von Homburger Elisabethenbrunnen und stellte ein Absinken fest. Erdmann[41]) benutzte die Staub'sche Blutzuckerkurve

für seine Untersuchungen mit Fachinger Mineralwasser. Die gleiche Methode wendet Lay[72]) an, außerdem noch den direkten Versuch nach Jusatz, um an beiden den blutzuckersenkenden Einfluß von Radeiner Mineralwasser nachzuweisen. Mit Hilfe der beiden zuletzt angegebenen Methoden konnte Buhlan[24]) an Kaninchen zeigen, daß der Hersfelder Lullusbrunnen eine ausgezeichnete Wirkung auf den Blutzuckerspiegel im Sinne einer Senkung ausübt. Über diese Versuche von Buhlan wird unten noch weiter berichtet.

Die meisten dieser Quellen, die eine blutzuckersenkende Wirkung aufweisen, sei es bei Diabetes, sei es bei alimentär erhöhtem, in geringerem Maße auch bei normalem Blutzuckerspiegel, sind alkalische Glaubersalzquellen. Es hat auch nicht an Versuchen gefehlt, bei denen mit künstlichen Elektrolytgemischen gearbeitet wurde. Abelin und Goldener[3]) fanden eine hypoglykämische Wirkung eines hauptsächlich Natriumchlorid, Natriumbikarbonat und Natriumsulfat enthaltenden Gemisches, das also einer alkalischen Glaubersalzquelle nahesteht. Arnoldi und Ettinger[9]) konnten mit künstlichem Karlsbader Salz, mit Natriumsulfat, mit Natriumcitrat und mit Natriumbikarbonat, Geiger und Kropf[48]) mit neutralisiertem Karlsbader Wasser, wie auch mit einer Lösung der wichtigsten Kationen ($K^{\cdot}$, $Na^{\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, $C^{\cdot\cdot}$) dieses Wassers, jedoch ausschließlich in Form der Chloride, ähnliche Wirkungen auf den Blutzuckerspiegel erreichen wie mit dem natürlichen Karlsbader Heilbrunnen. Diese Untersuchungen sind wohl in mancher Hinsicht wertvoll, dürfen aber nicht dazu führen, an Stelle der natürlichen Heilquellen diesen künstlich nachgeahmte Salzlösungen zu therapeutischen Zwecken zu verwenden; denn es gibt genug Untersuchungsergebnisse, die zeigen, daß natürliche Heilwässer und künstliche Salzgemische, in Wasser gelöst, bei gleicher Zusammensetzung oft ganz verschiedene Wirkungen entfalten (Vogt[113]).

Fragt man sich, wie der günstige Einfluß der Mineralwässer auf den Zuckerhaushalt zustandekommt, so ist wahrscheinlich das primäre, daß die alkalischen Mineralwässer — auch die eben erwähnten Salzgemische — nach ihrer Aufnahme durch die Darmwand das Säure-Basengleichgewicht nach der basischen Seite verschieben (Arnoldi und Roubitschek[13]) [98]), Keller-Stoppany[66]). Dieser Vorgang bedingt sekundär ein Absin-

ken des Blutzuckers (Arnoldi[5]), das sich auch durch intravenöse Alkaliinfusion erreichen läßt (Elias und Kolb[35])). Das Absinken des Blutzuckers konnten Blum und Aubel[19]) nach großen Alkaligaben allerdings in ihren Versuchen nicht bestätigen. Tertiär wird das Oxydationsvermögen der Zellen für Zucker gesteigert (Bickel[17]), Arnoldi[5])). Ist dagegen das Säure-Basengleichgewicht nach der sauren Seite verschoben, z. B. bei Kaninchen durch saure Asche bildendes Futter wie Hafer und Brot (Page[78])), so steigt der Blutzuckerspiegel an, das Oxydationsvermögen der Zellen sinkt (Elias[34])). In beiden Fällen, gleich ob das Säure-Basenverhältnis des Blutes nach der sauren oder nach der alkalischen Seite verschoben ist, ändert sich die aktuelle chemische Reaktion nicht, da das Blut infolge seines starken Pufferungsvermögens an seiner Wasserstoffionenkonzentration festhält (Harpuder[51]) [53])). Nur die Titrationsalkalität bzw. -azidität zeigt dabei Änderungen, sodaß man von einer kompensierten Alkalose bzw. Azidose sprechen kann (Beckmann[16]), Harpuder[51]). Wird das Säure-Basenverhältnis nach der alkalischen Seite verschoben, setzt sofort der Ausgleichsmechanismus des Körpers ein, das heißt, die Kohlensäurebindungskurve steigt an (Arnoldi und Roubitschek[13]) [97]), und es wird weniger Kohlensäure durch die Lungen abgegeben (Beckmann[16]), Harpuder[53])). Außerdem werden mehr basische Stoffe durch die Nieren ausgeschieden, die Wasserstoffionenkonzentration des Harns steigt (Arnoldi und Roubitschek[13]), Harpuder[53]). Infolge dieser Regulierungsvorrichtungen des Körpers kann eine einmalige Zufuhr eines alkalischen Mineralwassers die Zusammensetzung des Blutes nicht für längere Zeit beeinflussen. Etwas anderes ist es, wenn das Mineralwasser während eines längeren Zeitraumes ständig genossen wird, dann ist die Wirkung einer solchen Kur auf den Blutchemismus auch von längerer Dauer.

Arnoldi und Roubitscheck[6]) [11]) [12]) sehen die Stoffwechselveränderungen beim Diabetes als eine Störung der Zuckertransportverhältnisse an. Der Zucker gelangt nicht an die Orte der Verbrennung, er staut sich im Blut, da die Gewebe für den Zucker schwerer durchlässig sind. Arnoldi vermutet, daß diese Störung auf einer Grenzflächenalteration des Zellprotoplasmas beruht. Arnoldi und Ettinger[9]) führen diese abweichende Permeabi-

lität auf eine Änderung des gegenseitigen Verhältnisses von *K : Na, Ca* usw. zurück, wodurch die kolloidchemische Struktur der Zellgrenzflächen beeinflußt wird (Arnoldi und Roubitschek[11]). Die Permeabilität der Froschleberzellen für Glucose fanden Geiger und Loewi[49]) beim Durchströmen mit Diabetikerblut aufgehoben im Gegensatz zu normalem Blut. Diese Versuche sprechen für Arnoldi's Ansicht, ebenso Untersuchungen von Hamburger[50]), nach denen die Glomerulusmembran der Froschniere sogar stereoisomeren Zuckern gegenüber verschiedene Durchlässigkeit zeigt. Arnoldi erklärt die Wirkung des Karlsbader Wassers auf den Kohlehydratstoffwechsel beim Diabetiker in einer günstigen Beeinflussung des Zuckerzuflusses ins Blut und des Zuckerabflusses ins Gewebe, ersichtlich aus dem Ablauf der Blutzuckerkurve, da die Höhe des Blutzuckerspiegels an sich nicht ohne weiteres nach Freund und Marchand[44]) einen Schluß auf die Größe der Zuckerverbrennung zuläßt.

Nach Bickel[19]), Kauffmann-Cosla[19]) [60]) [64]) und Zörkendörfer[60]) [64]) ist auch das Oxydationsvermögen der Zellen beim Diabetes vermindert. Die Verminderung drückt sich in einer Urinausscheidung von nicht oxydiertem Kohlenstoff aus. Daher rechnen diese Autoren den Diabetes zur Gruppe der dysoxydativen Carbonurie. Die günstige Wirkung der Mineralwässer führen sie auf das durch diese gesteigerte Oxydationsvermögen zurück.

Neben den Einflüssen von Trinkkuren mit alkalischen Wässern auf den Blutzuckerspiegel und das Oxydationsvermögen der Zellen wird auch die Assimilationsfähigkeit der Leber für Glykogen bei kohlehydratreicher Kost erhöht und ihr Fettgehalt vermindert, wie Arnoldi[7]) [8]) [10]) an Kaninchen und Ratten zeigen konnte. Umgekehrt sinkt der Glykogengehalt der Leber nach Einwirkung geringer Säuremengen oder saure Asche bildender Kost (Elias[33]), Page[78])). Das Muskelglykogen erscheint dagegen resistenter (Elias und Schubert[38])).

Elias und Mitarbeiter[36]) [37]) [39]) [40]) konnten durch intravenöse Injektionen von primärem und sekundärem Natriumphosphat im Tierversuch und an Menschen alimentär und diabetisch erhöhten Blutzucker herabsetzen, nicht dagegen den normalen. Peroral verabfolgt waren die Phosphatmengen, die keine Darmwirkung entfalten, zu

klein, um die Hyperglykämie zu vermindern. Damit sind die Beobachtungen von Kauffmann-Cosla und Zörkendörfer[61] [62] [63] in Einklang zu bringen, die bei Diabetikern unter dem Einfluß einer Karlsbader oder Marienbader Kur die erhöhte Phosphorausscheidung im Urin wieder zurückgehen sahen, ähnlich wie es bei der Insulinwirkung der Fall ist. Es kommt sogar zu einem Phosphatansatz, trotzdem nicht vermehrt Phosphate zugeführt werden (Mayer[74], Sgalitzer[101], Stransky[109], Wiechowski[116] [117]). Daß diese Wirkung zum größten Teil auf dem Überwiegen des Sulfations im Karlsbader Wasser beruht, geht aus Kontrollversuchen hervor. Mayer sieht die Senkung des Blutzuckers daher als Phosphatwirkung an. Veil[112] vermutet nach Beobachtung einer Chlorstörung beim Diabetes, daß die Störung des Zuckerstoffwechsels hierbei mit Störungen im Mineralstoffwechsel eng verkettet sein kann.

Minkowski[77] und Weskott[115] fassen die günstige Wirkung von Mineralbrunnen auf den Diabetes als eine Wechselwirkung zwischen Salzen und Kolloiden auf, wobei eine Umwandlung der Glucose in eine reaktionsfähigere Form durch Änderung des Elektrolytgleichgewichtes erfolgt.

Ein der Wirkung der alkalischen Glaubersalzquellen ähnlicher Einfluß auf den Blutzucker, Alkalireserve und Leberglykogen ließ sich auch durch perorale und parenterale Verabreichung von Schwefel erzielen (Bürgi[25] [26] und Gordonoff[26]), Campanacci und Balducci[27]). Die Untersuchungen von Abel und Geiling[1]) lassen sich damit in Zusammenhang bringen, nach denen nämlich die Wirksamkeit des Insulins von seinem Gehalt an leicht abspaltbarem Schwefel abhängig ist.

Bei der Behandlung von Diabetikern in den Kurorten spielt neben der Trinkkur die Badekur eine große Rolle. Auch durch diese läßt sich eine Vergrößerung der Alkalireserve und damit eine Senkung des Blutzuckerspiegels bei Diabetikern erreichen (Felsch[42] [43]), Messerle[75]), Diener und Witsch[31]), Buchstab und Sribner[23]), Beckmann[16]), Arnoldi[5]).

Nach Durchsicht der angegebenen Arbeiten kann man sich die Wirkung der alkalisch-sulfatischen Quellen auf den Kohlehydrathaushalt beim Diabetes folgendermaßen denken, wie Arnoldi es angibt: Nach der Resorption

der Ionen vom Darm ins Blut kommt es zu einer Änderung im Ionenverhältnis des Blutes. Das Säure-Basengleichgewicht wird von der sauren nach der alkalischen Seite verschoben. Es folgt eine erhöhte Glykogenspeicherung der Leber, eine Steigerung der Kohlehydratverbrennung und damit ein Sinken des Blutzuckerspiegels. Ob diese Wirkungen letzten Endes auf Herstellung von günstigen Bedingungen für die Insulinwirkung oder auf vermehrter oder beschleunigter Insulinproduktion, also besserem Arbeiten des Pankreas, oder auf Änderung der Permeabilität der Zellgrenzen für die Glucose oder auf Bildung einer reaktionsfähigeren Form der Glucose beruht, bleibt vorläufig noch ungeklärt. Es scheinen aber neben den Kationen auch die Anionen der Mineralwässer eine Rolle dabei zu spielen.

Für die Charakterisierung einer hypoglykämischen Wirkung eines Mineralbrunnens genügt wohl die Bestimmung des Blutzuckers vor und nach der Kur, besonders in Form der Doppelbelastungskurve nach S t a u b. Die anderen Erscheinungen wie Änderung des Harnquotienten, des Gesamtkohlenstoffs im Harn usw. stehen mit dem Verhalten des Blutzuckers unmittelbar im Zusammenhang. Wird also der Blutzuckerspiegel gesenkt, schwinden auch diese anderen pathologischen Erscheinungen.

## III. Mineralwasser und Blutbakterizidie.

Die am Anfang und am Ende einer Trinkkur mit einem Mineralbrunnen vorgenommene Bestimmung der Bakterizidie als einem Maßstab für die allgemeine Resistenz des Körpers dürfte für die Kenntnis der Wirkung des betreffenden Brunnens von Wichtigkeit sein. Pfannenstiel[87]) [88]) [89]) konnte mit Hilfe der Wright'schen[118]) Methode an vorher durch Mangelfutter in ihrer Resistenz geschwächten Kaninchen eine steigernde Wirkung des Mineralbrunnens „Staatlich Fachingen" auf die Blutbakterizidie gegenüber Staphylokokken feststellen. Maßgebend für die bakterizide Kraft ist die chemische bzw. physikalisch-chemische Beschaffenheit der Körpersäfte, von Pfannenstiel[80]) [84]) [85]) als „Serumstatus" bezeichnet. Hervorragend beteiligt an der Aufrechterhaltung des Serumstatus ist das retikulo-endotheliale System (Pfannenstiel[88])). Der bakterizide Index läßt sich besonders gut steigern beim geschwächten Organismus durch Zufuhr von Vitaminkombinationen (Pfannenstiel[80]) [82]) [83]) [84]) [85]), Holsen[55])) und durch Injektion von nur schwer wieder ausscheidbaren Substanzen (Pfannenstiel[80])). Anreicherung von Kalzium, Magnesium und Kalium erhöhen ebenso wie schwache Säuren die Blutbakterizidie, während diese durch eine Vermehrung von Natrium auf Kosten von Kalzium und Kalium herabgesetzt wird (Pfannenstiel[80])). Scholz[99]) fand eine Erhöhung nach Verabfolgung von Magnesiumsulfat, Alston[4]) nach Injektion von Serum und anderen Stoffen. Hilgenberg und Pfannenstiel[55]) stellten fest, daß in der Schwangerschaft die Bakterizidie gegenüber Milzbrandbazillen erhöht ist und mit einer Vermehrung der Globuline auf Kosten der Albumine einhergeht. Die Bakterizidiesteigerung auf Morphininjektionen hin führen Eichhoff und Pfannenstiel[32]) auf aktive Zellarbeit zurück. Hierher gehören auch Beobachtungen von Tunnicliff[110]), die nach intravenöser Injektion von Kalziumglukonat, Kalziumchlorid, Natriumjodid. Dex-

trose und Neosalvarsan einen erheblichen Anstieg der Leukozytenphagozytose im Blut feststellte. Nach Harpuder und Schiering[54]) wird durch Wiesbadener Thermalbäder der Alexingehalt des Blutes vermehrt.

Über die Konstitution der bakteriziden Stoffe wissen wir so gut wie nichts. Vielleicht spielt eine Kapillarerweiterung und dadurch besserer Stoffaustausch zwischen Blut und Gewebe eine Rolle (Pfannenstiel[80]) [81])). Die Mineralwasserwirkung auf die Bakterizidie dürfte nach diesen Ausführungen wahrscheinlich auf eine Änderung des Mineraliengleichgewichtes im Blut zurückzuführen sein, auf eine Transmineralisation.

## IV. Mineralwasser und Abführwirkung.

Die Abführwirkung beruht bei Mineralbrunnen hauptsächlich auf dem Gehalt an Natriumsulfat und Magnesiumsulfat und läßt sich nach den Feststellungen vieler Autoren wie folgt kurz zusammenfassen: Natrium- und Magnesiumsulfat sind schwer resorbierbar und halten infolge ihres osmotischen Druckes ihr Lösungswasser fest. Im Dünndarm findet durch die Sulfate eine starke Sekretion von Darmsaft statt, im Dickdarm nur eine geringe Rückresorption des Wassers. Durch den Wassergehalt sind die Stühle breiig oder flüssig. Infolge des großen Flüssigkeitsinhaltes im Darm kommt es auch zu einer stärkeren Peristaltik. Ein Teil der beiden Sulfate wird besonders im Dickdarm und bei höher konzentrierten Mineralwässern resorbiert. Es kommt auch zu einer Hyperämie der Darmschleimhaut (Buchheim[21] [22]), Cobet[28]), Liebig[73]), Meyer-Betz und Gebhardt[76]), Poisseuille[90]), Porges[91]), Rademaekers und Sollmann[93]), Radziejewski[94]), Seegen[100]), Sick[102]), Wagner[114])). Hofmeister[56]) fand, daß die schwer resorbierbaren Salze durch Wasserentzug stärker eiweißfällend wirken als die leicht resorbierbaren, dadurch die Schleimhaut schrumpfen lassen, wodurch letztere undurchlässiger wird. Vielleicht spielt bei der Abführwirkung des Glauber- und Bittersalzes auch der in geringer Menge durch Reduktion der Sulfate im Darm entstandene Schwefelwasserstoff eine Rolle (von Bokai[20]), Kochmann[69]), Zörkendörfer[122]) [124])). Chlorionen enthaltende Mineralwässer wirken stärker abführend, da das Kochsalz in den oberen Darmabschnitten fast unresorbierbar ist und hier äquivalente Mengen Magnesiumsulfat vertreten kann (Kionka[67])). Im übrigen ist die Konzentration der Wässer nicht einerlei. Zörkendörfer[119]) [120]) [121]) [123]) unterscheidet das Verhalten von hypotonischen, isotonischen und hypertonischen Quellen im Darm: Bei isotonischen Mineralwässern entspricht das Verhalten dem eben angegebenen, kleine Mengen werden allerdings fast ganz resorbiert, große größtenteils durch den Darm nach

außen entleert. Von hypotonischen Wässern wird das Lösungswasser schnell bis zur Isotonie resorbiert; dann verhalten sie sich wie isotonische. Um eine Abführwirkung zu erzeugen, sind allerdings größere Mengen hypotonischer Wässer nötig. Bei hypertonischen Quellen geht der Ausgleich zur Isotonie durch Resorption der Salze langsamer vor sich als bei hypotonischen durch Wasserresorption. Kleine Mengen bedingen keinen peristaltischen Dehnungsreflex; sie genügen aber zur Abführwirkung, wenn genügend Flüssigkeit darauf zugeführt wird. Nach Collum[29]) und Barcroft[15]) kommt außerdem noch eine Wirkung auf die Darmwand in Frage. Bittersalzwässer sind stärker wirksam als Glaubersalzwässer (Harpuder[51])). Poulsson[92]) erwähnt, daß langdauernder Gebrauch von Glauber- und Bittersalzen dyspeptische Symptome erzeugt, den Appetit herabsetzt und zuweilen eine hartnäckige Obstipation hinterläßt. Sind wie in natürlichen Mineralwässern gleichzeitig Chlornatrium und Alkalikarbonate zugegen, so treten diese schädlichen Folgen nicht ein, sondern die Wirkung ist im Gegenteil bei verschiedenen Verdauungskrankheiten sehr günstig.

## V. Mineralwasser und Körpergewicht.

Simó[103]) hielt Froschlaich in Thermalwasser (Schallerbacher Akratotherme) und stellte anfangs eine Wachstumsförderung fest gegenüber dem in Sumpfwasser gehaltenen Kontrollaich, von der dritten Woche ab trat aber eine Schädigung ein. Die von ihm mit Thermalwasser begossenen Pflanzen keimten im Durchschnitt einen Tag früher als die Kontrollen, Weizen und Roggen erfuhren eine dauernde Wachstumsförderung, Bohnen dagegen nicht.

## VI. Eigene Versuche.

### a) Blutzucker.

Die Versuchsanordnung war dieselbe, wie sie Jusatz[59]), Lay[72]) und Buhlan[24]) angewandt hatten. Als Versuchstiere dienten Kaninchen, die durch eine achttägige Fütterung mit gekochten Kartoffeln vorbereitet wurden. Hierdurch läßt sich bei diesen Tieren eine alimentäre Hyperglykämie erzeugen und die Zuckertoleranz herabsetzen (Geiger und Kropf[46]) [47])). Zu Beginn der eigentlichen Versuche, also nach der achttägigen Kartoffelfütterung, ermittelte ich im Doppelbelastungsversuch die Blutzuckerkurve nach Staub [105]) [106]) [107]) [108]). Dazu wurde den Kaninchen morgens nüchtern — das letzte Futter hatten sie am vorhergehenden Nachmittag bekommen — Blut aus einer Ohrvene entnommen. Gleich anschließend erhielten sie eine Lösung von vier Gramm Glukose auf ein Kilogramm Körpergewicht in 30 ccm körperwarmen Leitungswassers mit einer Rekordspritze durch eine Sonde in den Magen. Alle halbe Stunde fand wieder eine Blutentnahme statt. Nach der fünften Blutentnahme, also zwei Stunden seit Beginn des Versuches, wurden die Kaninchen in der gleichen Weise wie das erste Mal mit Glucose belastet. Ich entnahm jetzt noch dreimal Blut, und zwar eine halbe, eine ganze und zwei Stunden nach der zweiten Belastung, sodaß die letzte Blutentnahme vier Stunden nach Versuchsbeginn stattfand. Die nächsten acht Tage erhielten die Kaninchen weiter nur Kartoffeln als Futter. Dazu bekamen sie am Untersuchungstage 25 ccm, am folgenden Tage 30 ccm, dann 40 ccm und die nächsten Tage immer 50 ccm Brunnen, insgesamt acht Tage lang, mit der Schlundsonde intrastomachal eingeführt. Eine zweite Kaninchenreihe wurde zur Kontrolle in der gleichen Weise mit Leitungswasser behandelt. Am Tage nach der letzten Brunnenzufuhr bekamen die Kaninchen wieder nüchtern wie das erste Mal zwei Glucosebelastungen. In den entnommenen Blutproben wurde der Zuckergehalt nach dem Verfahren von Urbach[111]) mit dem Zeiß'schen Stufenphotometer ermittelt: 0,1 ccm Blut

wird mit einer Wolframmolybdänsäurelösung enteiweißt, die Lösung zentrifugiert und der klare Blutextrakt mit bisulfithaltigem Kupferreagens gemischt, dann erhitzt, wobei die Glucose des Blutes das Kupfer des Kupferreagens zu $Cu_2O$ reduziert. Als Farbreagens kommt eine Phosphormolybdänsäurelösung hinzu, die von dem gebildeten $Cu_2O$ unter Bildung einer blauen Farbe reduziert wird. Zum Schluß gibt man Wasser zu und bestimmt die Lösung 15 Minuten bis 1½ Stunden später im Stufenphotometer mit dem Filter S 61. Den ermittelten Trommelwert liest man in einer Tabelle als mg % Blutzucker ab. Dieses Verfahren war einfacher und geeigneter als die Bestimmung nach Hagedorn und Jensen. Lay[72]) und Buhlan[24]) hatten mit der Urbach'schen Methode bereits gute Erfahrungen gemacht und in Vergleichsbestimmungen mit beiden Methoden und an Glucosestandardlösungen hinreichende Genauigkeit gefunden.

Außer dem Einfluß einer achttägigen Brunnenzufütterung auf den alimentär erhöhten Blutzucker wurde die Brunnenwirkung auf letzteren auch im direkten Versuch nach Jusatz[59]) geprüft. Hierbei löst man die Glucose nicht in Leitungswasser, sondern direkt im Mineralbrunnen. Es findet nur eine Doppelbelastung statt an Kaninchen, die wie oben acht Tage lang vorher nur gekochte Kartoffeln als Futter bekommen haben.

Bei allen Versuchen achtete ich darauf, daß sämtliche Tiere unter gleichen Bedingungen standen. Die Untersuchungen fanden von Mitte Juni bis Mitte August statt, sodaß große Temperaturschwankungen vermieden wurden, obwohl nach Geiger[45]) und Kisch[68]) der Blutzucker durch ziemlich erhebliche Temperaturschwankungen kaum beeinflußt wird. Die Tiere bekamen ihren Brunnen immer gleich langsam eingeführt, um dadurch verschiedene Wirkungen auszuschalten, wie sie Arnoldi und Zimmermann[14]) am Salzschlirfer Bonifatiusbrunnen bei schnellem und langsamem Trinken ermittelt hatten.

Bei der ersten Versuchsreihe bekamen die Kaninchen Linggbrunnen ohne Kohlensäure, wie er natürlich vorkommt (Abbildung 1, 2 und Tabelle 1). Dabei zeigte sich, daß der Nüchternwert durch den Brunnen bei allen sieben Tieren regelmäßig, zum Teil sogar beträchtlich gesenkt wurde. Der Verlauf der ganzen Kurve war bei den einzelnen Kaninchen verschieden. Bei

zwei Tieren (Nr. 8 und 9) verlief die Kurve nach der Brunnenzufuhr ganz unter der ersten Kurve. Tier 6 dagegen zeigte mit Ausnahme des nur um 14 mg% gesenkten Nüchternwertes einen höheren Verlauf der zweiten Kurve. Bei den übrigen Tieren überschnitten sich die beiden Kurven mehrmals, die zweiten Kurven lagen aber bei Tier 10 und 11 größtenteils unter den ersten. Bei fünf der sieben Tiere zeigten die Vierstundenwerte nach der achttägigen Brunnenkur eine beträchtliche Herabsetzung. Insgesamt läßt sich daraus eine blutzuckersenkende Wirkung des Linggbrunnens ohne Kohlensäure ablesen, die aber nicht so stark ist, wie sie Buhlan beim enteisenten, kohlensäurefreien Lullusbrunnen in der gleichen Versuchanordnung hatte feststellen können.

Im direkten Versuch ließ der natürliche Linggbrunnen ohne Kohlensäurezusatz keine deutliche Wirkung erkennen (Abbildung 3, Tabelle 2). Die Vierstundenwerte lagen nicht ein einziges Mal unter dem Nüchternwert, wie es Jusatz[59]) dagegen beim Fachinger Wasser und Lay[72]) beim Radeiner gefunden hatten. Außerdem stieg beim Linggbrunnen die Blutzuckerkurve nach der zweiten Belastung wieder an, erreichte allerdings nur einmal die Höhe wie nach der ersten Belastung. Ähnlich hatte Buhlan das Verhalten des Lullusbrunnens ohne Kohlensäure gefunden. Man kann hier, wenn man überhaupt von einer Wirkung auf den Blutzucker sprechen will, diese nur als sehr geringfügig bezeichnen.

Der Linggbrunnen mit künstlich zugesetzter Kohlensäure wurde ebenfalls in beiden Versuchsanordnungen geprüft. Nach einer achttägigen Fütterung der Kaninchen mit diesem (Abbildung 4, 5, Tabelle 3) wies nur eines von den drei Kaninchen eine geringe Senkung des Blutzuckernüchternwertes auf, der Vierstundenwert war dagegen bei allen drei Tieren, bei Tier 15 und 17 sogar beträchtlich gesenkt. Bei Kaninchen 17 verlief die zweite Kurve ganz, bei Nr. 15 mit Ausnahme der ersten beiden Werte und bei Nr. 16 in der zweiten Hälfte unter der ersten Kurve. Wenn man die Befunde dieser Versuche mit den Resultaten vergleicht, die mit dem kohlensäurefreien Linggbrunnen erzielt worden waren, so läßt sich mit Ausnahme der Nüchternwerte, die hier weniger herabgesetzt sind, eine ähnliche blutzuckersenkende Wirkung des kohlensäurehalti-

gen Linggbrunnens beobachten. Diese Ergebnisse sind auffällig, da Buhlan mit kohlensäurehaltigem Lullusbrunnen keine Wirkung auf den Blutzuckerspiegel feststellen konnte, während der Lullusbrunnen ohne Kohlensäure eine solche Wirkung sehr deutlich erkennen ließ.

Im direkten Versuch verhielt sich der Linggbrunnen mit Kohlensäure noch schlechter als der kohlensäurefreie (Abbildung 6, Tabelle 4). Nach der zweiten Belastung erreichte der Blutzucker bei allen drei Tieren höhere Werte als nach der ersten Belastung, und die Vierstundenwerte lagen jedesmal beträchtlich über den Nüchternwerten.

In weiteren Versuchen erhielten die Kaninchen acht Tage lang gleichzeitig Lingg- und Lullusbrunnen, beide ohne Kohlensäure, im Verhältnis 1 : 2, wie sie auch in Bad Hersfeld von Patienten getrunken werden (Ronge[96])). Die Zufuhr des Lullusbrunnens erfolgte 10—15 Minuten nach der des Linggbrunnens. Hierbei zeigte sich kein deutlicher Einfluß des Linggbrunnens auf den Lullusbrunnen (Abbildung 7, 8, Tabelle 5). Der Ablauf der zweiten Blutzuckerkurve war so, wie sie Buhlan mit Lullusbrunnen ohne Kohlensäure allein erhalten hatte.

Bei den Kaninchen, die zur Kontrolle in gleicher Weise Leitungswasser wie die eben angeführten Tiere ihren Brunnen bekommen hatten, war nach der achttägigen Einverleibung des Leitungswassers keine Veränderung der Blutzuckerkurve erkennbar (Abbildung 9, Tabelle 6). Die Nüchtern- und Vierstundenwerte lagen im Höchstfalle 9 mg% auseinander. Aus diesem Ergebnis der Kontrollen mit Leitungswasser ergibt sich, daß die Beeinflussung des Blutzuckers durch Linggbrunnen mit oder ohne Kohlensäure ebenso wie die durch gleichzeitige Verabfolgung von Lingg- und Lullusbrunnen erzielte Senkung nicht auf einer Hydrämie beruhen kann, sondern eine spezifische Brunnenwirkung ist.

### b) Blutbakterizidie.

Zur Untersuchung des Lullus- und Linggbrunnens in ihrer Wirksamkeit auf die Blutbakterizidie wurden ebenfalls Kaninchen benutzt. Die Versuchsanordnung war ähnlich, wie sie Pfannenstiel[87]) für seine Untersuchungen verwandt hatte. Die Tiere bekamen vier Wo-

chen lang vor Versuchsbeginn morgens Kleie und nachmittags Hafer. Beide Futtermittel wurden zuvor eine Stunde lang im Autoklaven einer Temperatur von 120° ausgesetzt, um sie in ihrem Vitamingehalt zu schädigen. Als Unterlage diente den Kaninchen Torfmull. Auf diese Weise wurden die Tiere in einen erholungsbedürftigen („aneubiotischen") Zustand versetzt. Durch die Bestimmung der keimfeindlichen Kraft des Blutes (Bakterizidie) nach Wright[118]) suchte ich den Einfluß der Mineralbrunnen auf die Resistenz festzustellen. Nach der Vorbehandlung der Kaninchen durch Mangelfutter wurde ihnen nüchtern Blut durch Herzpunktion entnommen und der bakterizide Index bestimmt. Nun erhielten die Tiere 18 bis 26 Tage lang täglich neben ihrem Mangelfutter den betreffenden Brunnen mit der Schlundsonde unmittelbar in den Magen, beginnend mit 30 ccm am Tage nach der Herzpunktion, am nächsten Tage 40 ccm, dann immer 50 ccm. Am Schluß dieser Periode der Brunnenzufuhr wurde wieder mittels Herzpunktion den Tieren Blut entnommen und der bakterizide Index ermittelt.

Die Bestimmung des bakteriziden Index nach Wright[118]) geht kurz folgendermaßen vor sich: Das durch Schlagen defibrinierte Blut mischt man mit einer bestimmten Aufschwemmung hämolytischer Staphylokokken in drei verschiedenen Verdünnungen und bringt die Mischung in kapillare Kammern, in denen sie 24 Stunden bei 37° bebrütet werden. Jede Verdünnung wird in doppelter Anzahl hergestellt, sodaß insgesamt sechs Kammern vorhanden sind. Die gleichen Verdünnungen, wie sie zur Beimpfung der Blutkammern verwandt wurden, bringt man auf Agarplatten, die ebenfalls bei 37° 24 Stunden lang bebrütet werden. In den Blutkammern werden die gewachsenen Staphylokokkenkolonien gezählt und aus je zwei entsprechenden Verdünnungen der Mittelwert bestimmt. In entsprechender Weise werden die Kontroll-Agarplatten ausgewertet. Durch Dividieren des Mittelwertes der Kolonien auf den Platten durch den Mittelwert der Kolonien in den Kammern erhält man drei Zahlen. Der Durchschnittswert dieser drei Zahlen ist dann der bakterizide Index.

Auf die Zufuhr von Lullusbrunnen ohne Kohlensäure verhielt sich die Bakterizidie nicht ganz einheitlich (Tabelle 7). Bei zwei (Nr. 42 und 46) von den sechs Kaninchen fand eine deutliche Steigerung der Bakterizidie

statt, bei Tier 43 nur eine geringe. Die andern drei Tiere wiesen demgegenüber ein geringes Absinken des bakteriziden Index auf. Anders war die Wirkung des Lullusbrunnens mit Kohlensäure, durch dessen Einverleibung fünf von sechs Tieren einen erheblichen Anstieg des Index erfuhren. Nur bei einem Tier (Nr. 41) sank der Index etwas. Der Lullusbrunnen mit zugesetzter Kohlensäure verursacht also im Gegensatz zum kohlensäurefreien Brunnen eine deutliche Steigerung der Bakterizidie.

Ähnlich sind die Verhältnisse beim Linggbrunnen (Tabelle 8). Ohne Kohlensäure bewirkt der Linggbrunnen keine Erhöhung der Bakterizidie des Blutes. Im Gegenteil, bei sechs Tieren sinkt der Index ab, bei den beiden andern (Nr. 29 und 32) bleibt er ungefähr wie vor der Brunnenzufuhr. Durch den kohlensäurehaltigen Linggbrunnen erfährt der bakterizide Index bei allen fünf Tieren eine Steigerung, die bei der Mehrzahl der Tiere ganz erheblich ist.

Zur Kontrolle bekamen fünf Kaninchen gewöhnliches Leitungswasser, vier weitere Leitungswasser, das unter einem Druck von 2½ Atmosphären mit Kohlensäure versetzt war (Tabelle 9). Unter demselben Druck steht auch die dem Lullus- und Linggbrunnen in Bad Hersfeld zugesetzte Kohlensäure. Die Kaninchen, die gewöhnliches Leitungswasser erhalten hatten, zeigten nur geringe Schwankungen ihrer Blutbakterizidie. Durch das mit Kohlensäure versetzte Leitungswasser stieg bei zwei Tieren (Nr. 53 und 59) der Index ein wenig, bei einem dritten (Nr. 52) etwas stärker an. Dafür sank er bei Tier 45 von 2,00 auf 1,33 ab.

Im ganzen betrachtet kann man bei Lullus- und Linggbrunnen ohne Kohlensäure von einer Wirkung auf die Blutbakterizidie kaum sprechen. Mit Kohlensäure versetzt verhalten sich beide Brunnen ganz anders, indem sie nunmehr die Bakterizidie erheblich steigern; besonders vom Linggbrunnen kann man das sagen, aber der Lullusbrunnen steht nicht viel hinter ihm zurück. Daß die Kohlensäure nicht allein die Ursache der Bakterizidiesteigerung ist, beweisen die Leitungswasserkontrollen mit Kohlensäurezusatz, bei denen die Zunahme des Index ganz unbeträchtlich ist. Im Lullus- sowie im Linggbrunnen dürfte die günstigere Bindung der Kohlensäure an das Mineralwasser für die deutliche Steigerung des bakteriziden Index verantwortlich sein.

### c) Abführwirkung.

Die Untersuchungen auf Abführwirkung der Brunnen wurden an jungen weißen Ratten vorgenommen. Die Ratten saßen alle in Einzelkäfigen und erhielten acht Wochen lang als Futter Brot, dem vor dem Backen zur Abstumpfung der Säure auf ein Kilogramm 20 Gramm Calcium lacticum zugesetzt war. Die gefressene Menge wurde alle acht Tage bestimmt, indem morgens vor der Fütterung das für jede Ratte bestimmte Brotquantum und am nächsten Morgen das nicht von ihr gefressene Brot gewogen wurde. Aus der Differenz ergab sich die aufgenommene Menge des Brotes. Eine Reihe Ratten erhielt Linggbrunnen, eine zweite Lullusbrunnen, in beiden Fällen ohne Kohlensäure, eine dritte Rattenserie bekam zur Kontrolle Leitungswasser. Der Brunnen und das Wasser wurden jeden Tag frisch gegeben. Die Ratten, die Brunnen bekamen, erhielten außerdem kein Wasser mehr. Die Feststellung der aufgenommenen Brunnenmenge fand ebenfalls alle acht Tage statt. Dazu wurden die Saugflaschen morgens mit 30 ccm Brunnen bzw. Leitungswasser gefüllt und am anderen Morgen die übriggebliebene Menge abgemessen. Aus der Differenz der beiden Zahlen ergab sich wie beim Brot die aufgenommene Wassermenge. Gleichzeitig achtete ich auch auf die Beschaffenheit der Stühle.

Die Ratten wurden am geringsten durch den Linggbrunnen beeinflußt (Tabelle 10). Von den zwölf Tieren entleerten neun während der Versuchszeit durchweg normalen braun-schwarzen Kot. Nur bei Ratte 2, 11 und 12 war vorübergehend das Auftreten etwas hellerer weicher Faeces zu beobachten. Von den „Lullusratten" (Tabelle 11) hatte nur Nr. 29 dauernd normalen Stuhl. Bei allen elf anderen Ratten waren die Faeces über längere Zeit, zum Teil die ganze Versuchsdauer über heller und weicher, manchmal sogar, besonders im Anfang ganz hell und dünnbreiig. Die Ratten, die Leitungswasser erhalten hatten, nahmen bezüglich ihrer Stuhlbeschaffenheit eine Mittelstellung zwischen den Lingg- und Lullustieren ein (Tabelle 12). Der Kot von acht dieser Ratten ließ dauernd normale Beschaffenheit erkennen, d. h. er war fest und braun-schwarz, sieben Tiere wiesen meist nur für kurze Zeit hellere weiche Stühle auf.

Es wurden in diesen Versuchen die Ratten nur durch den Lullusbrunnen ziemlich regelmäßig so beeinflußt, daß sie diarrhoische Stühle bekamen, damit also seine Abführ-

wirkung erkennen ließen. Beim Leitungswasser kann man kaum und beim Linggbrunnen erst recht nicht von einer Abführwirkung sprechen. Ein Zusammenhang zwischen aufgenommener Brunnenmenge und Abführwirkung ließ sich nicht feststellen. Was die gefressene Brotmenge betrifft, so haben alle Ratten ungefähr gleich viel Brot gefressen, sodaß von dieser Seite her die abführende Wirkung wohl nicht beeinflußt ist.

### d) Körpergewicht.

Zur Prüfung des Einflusses von Lingg- und Lullusbrunnen auf das Körpergewicht dienten einmal dieselben Ratten wie bei der Prüfung auf Abführwirkung. Ergänzend sei zur Versuchsanordnung bemerkt, daß alle Ratten ungefähr gleich alt waren (innerhalb von drei Tagen geboren) und zwischen 36 und 65 Gramm wogen. Außer den in dem erwähnten Versuch gemachten Bestimmungen wurden die Ratten neun Wochen lang jede Woche einmal gewogen. Zum anderen schienen die Blutzuckerkaninchen für diese Untersuchung geeignet. Ihr Gewicht war vor und nach der achttägigen Brunnenzufuhr bestimmt worden.

Wenn man die Gewichtszunahmen der Ratten unter dem Einfluß von Lingg-, Lullusbrunnen und Leitungswasser vergleicht, fällt auf, daß die einzelnen Ratten, die denselben Brunnen bekommen haben, sehr verschieden große Gewichtszunahme aufweisen (Tabelle 13, 14, 15). Sehr eindrucksvoll ist diese auffällige Erscheinung bei den Tieren Nr. 21 und 25, die beide das Ausgangsgewicht von 42 Gramm haben. Die eine wiegt nach neun Wochen 120 Gramm, die andere aber nur 76 Gramm, trotzdem beide den gleichen Lullusbrunnen bekommen haben. Wie aus Tabelle 11 ersichtlich ist, nahmen beide Ratten im Durchschnitt gleich viel Brunnen zu sich, Brot hat die zweite allerdings durchschnittlich etwas weniger gefressen. Aber zur Erklärung der Wachstumsdifferenz dürfte das nicht ausreichen. Trotzdem sich die einzelnen Tiere so verschieden verhielten, wurde die durchschnittliche Gewichtszunahme jeder der drei Serien errechnet und in Kurvenform wiedergegeben (Abbildung 10). Es ergab sich, daß die Linggtiere am meisten zugenommen hatten, es folgen die Leitungswassertiere, dann die Lullustiere. Im Endergebnis sind die Unterschiede aber so gering, zwischen den Lingg- und Lullustieren nur 3,4 Gramm während neun-

wöchentlicher Beobachtung, daß man wohl nicht berechtigt ist, daraus irgendwelche Schlüsse zu ziehen, zumal die Ratten sich innerhalb der einzelnen Serien so unterschiedlich verhielten.

Die Ergebnisse der Gewichtsbestimmungen bei den Blutzuckerkaninchen sind demgegenüber besser zu verwerten (Tabelle 16). Von den zehn Linggkaninchen zeigten sechs innerhalb von acht Tagen eine Zunahme von 4,5 % bis 7,1 % ihres Anfangsgewichtes. Ein Tier hatte nur 0,7 % zugenommen, ein weiteres war auf seinem alten Gewicht stehen geblieben, zwei hatten abgenommen. Von den Kaninchen, die gleichzeitig mit Lingg- und Lullusbrunnen behandelt worden waren, ließ sich bei vier Tieren eine Gewichtsabnahme bis zu 13,9 % beobachten, nur ein Kaninchen hatte etwas zugenommen (1,3 %). Die Leitungswassertiere hatten alle abgenommen. Der Linggbrunnen bewirkte also überwiegend eine Vermehrung des Körpergewichtes, die Kombination beider Brunnen dagegen Gewichtsabnahme. Da der Linggbrunnen allein zu Gewichtsvermehrung führt und die Kombination des Lullus- und Linggbrunnens trotzdem Verringerung des Körpergewichtes zur Folge hat, darf man letztere Wirkung wohl auf den Einfluß des Lullusbrunnens zurückführen.

## VII. Schlußbetrachtung.

Für die unterschiedlichen Wirkungen des Lingg- und Lullusbrunnens dürfte deren verschiedenartiger Ionengehalt maßgebend sein (Tabelle 17). Der Lullusbrunnen ist eine alkalisch-sulfatische (Glaubersalz-)Quelle, der Linggbrunnen eine muriatisch-salinische Bittersalzquelle. Letzterer unterscheidet sich vom Lullusbrunnen durch seinen größeren Gehalt an Kochsalz, jedoch ist er ärmer an Glaubersalz. Außerdem enthält der Linggbrunnen therapeutisch wirksame Mengen Jodion und Kieselsäure (Ronge[96]). Die Ergebnisse der vorliegenden Tierversuche lassen darauf schließen, daß beide Hersfelder Mineralwasserquellen in verschiedenartiger Weise therapeutisch gut verwendbar sind. Die derart objektiv festgestellten Wirkungen bilden jedoch nur einen Teil der in Bad Hersfeld erfahrungsgemäß erzielten Heilerfolge. Die Mineralbrunnen werden erst dann ihre volle Wirksamkeit entfalten, wenn ihre dosierte Verabreichung mit den anderen Heilbehandlungen im Kurort selbst, insbesondere mit einer entsprechend eingestellten Diät kombiniert wird (Pfannenstiel[86]), Ronge[95]) [96]) [97])).

## VIII. Zusammenfassung.

Im Tierversuch wurden folgende Wirkungen des Hersfelder Lingg- und Lullusbrunnen festgestellt:

1. Alimentär hyperglykämische Kaninchen weisen nach achttägiger Zufuhr von natürlichem Linggbrunnen (ohne Kohlensäure) eine deutliche Senkung der Blutzuckernüchternwerte auf.

2. Im Staub'schen Doppelbelastungsversuch ist nach achttägiger Gabe von natürlichem Linggbrunnen (ohne Kohlensäure) nicht regelmäßig eine Senkung der zweiten Blutzuckerkurve bei Kaninchen mit alimentärer Hyperglykämie feststellbar, lediglich die Vierstundenwerte sind fast immer beträchtlich gesenkt.

3. Bei Kaninchen, die acht Tage lang nur mit Kartoffeln gefüttert sind, läßt sich im direkten Versuch nach Jusatz nur eine ganz geringe Wirkung des natürlichen Linggbrunnens (ohne Kohlensäure) auf den Blutzucker beobachten.

4. Der Blutzuckernüchternwert von Kaninchen wird nach achttägiger Brunnengabe von künstlich mit Kohlensäure versetztem Linggbrunnen nicht gesenkt.

5. Der künstlich mit Kohlensäure versetzte Linggbrunnen zeigt bei Kaninchen mit alimentär erhöhtem Blutzucker nach achttägiger Einwirkung im Staub'schen Doppelbelastungsversuch überwiegend eine Senkung der zweiten Kurve; die Vierstundenwerte sind zum Teil beträchtlich gesenkt.

6. Im direkten Versuch nach Jusatz läßt der künstlich mit Kohlensäure versetzte Linggbrunnen keinen Erfolg auf den Blutzuckerspiegel erkennen.

7. Kaninchen mit alimentär-hyperglykämischen Blutzuckerkurven, die acht Tage lang Linggbrunnen und zehn bis fünfzehn Minuten später Lullusbrunnen (beide ohne Kohlensäure) im Verhältnis 1 : 2 erhalten haben, zeigen im Staub'schen Doppelbelastungsversuch keinen deutlichen Einfluß der Wirkung des Linggbrunnens auf die

des Lullusbrunnens, d. h. die durch Buhlan festgestellte gute blutzuckersenkende Wirkung des Lullusbrunnens wird durch den Linggbrunnen nicht mehr verbessert.

8. Die durch vierwöchige Mangelfütterung sehr gesunkene Blutbakterizidie von Kaninchen steigt bei etwa dreiwöchiger Zufuhr von enteisentem kohlensäurefreien Lullusbrunnen nicht regelmäßig, von kohlensäurehaltigem Lullusbrunnen dagegen beträchtlich an.

9. Natürlicher Linggbrunnen ohne Kohlensäurezusatz bewirkt bei Kaninchen, die in ihrer Resistenz durch Mangelfutter herabgesetzt sind, keine Steigerung der Blutbakterizidie; dagegen erhöht der mit Kohlensäure versetzte Linggbrunnen die Bakterizidie erheblich.

10. Bei einer Beobachtungszeit von einigen Wochen vermag Lullusbrunnen ohne Kohlensäurezusatz bei weißen Ratten fast immer Abführwirkung hervorzurufen; dieser Effekt steht mit der aufgenommenen Brunnenmenge nicht in Zusammenhang.

11. Linggbrunnen ohne Kohlensäurezusatz bedingt bei weißen Ratten während einer Versuchsdauer von mehreren Wochen im allgemeinen keine Abführwirkung.

12. Ein Einfluß von Lingg- oder Lullusbrunnen auf das Wachstum junger weißer Ratten ist nach einer Beobachtungszeit von neun Wochen nicht sicher festzustellen.

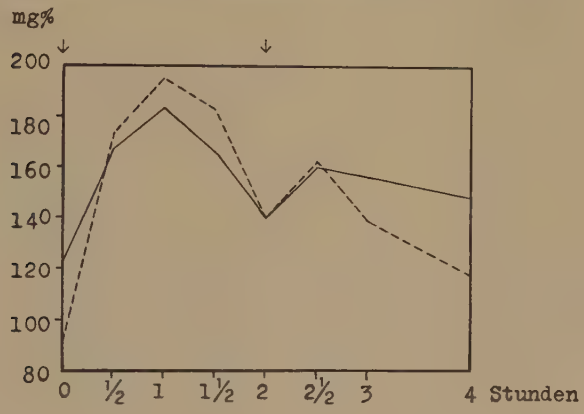
13. Linggbrunnen mit und ohne Kohlensäure ruft bei einseitig mit Kartoffeln gefütterten Kaninchen in acht Tagen meist eine deutliche Gewichtsvermehrung hervor.

14. Nach achttägiger gleichzeitiger Zufuhr von Lingg- und Lullubrunnen, beide ohne Kohlensäurezusatz, findet bei Kaninchen, die mit einseitiger Kartoffelkost ernährt wurden, ebenso wie nach Leitungswasserzufuhr eine Verminderung des Körpergewichtes statt.

# IX. Abbildungen

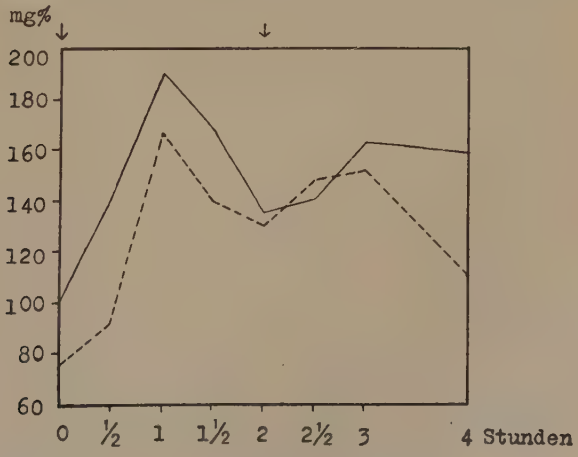
## Abbildung 1 (Tier 7)

Linggbrunnen o h n e Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt.




## Abbildung 2 (Tier 11)

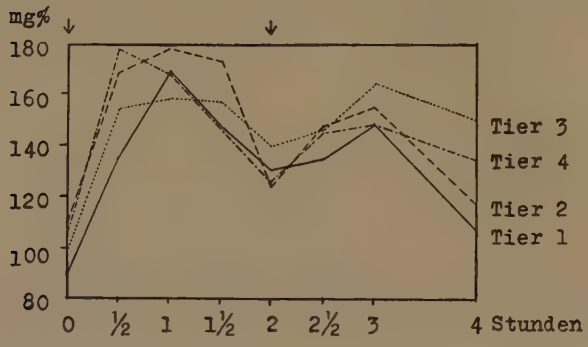
Linggbrunnen o h n e Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt.




Zeichen: ↓ = Belastung mit Glukose
——— = Blutzucker vor der Brunnenzufuhr
– – – = Blutzucker nach der Brunnenzufuhr

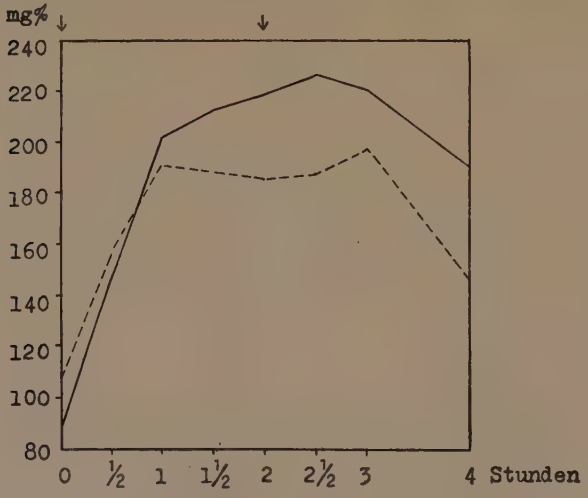
## Abbildung 3 (Tier 1—4)

Linggbrunnen o h n e Kohlensäure, direkter Versuch.



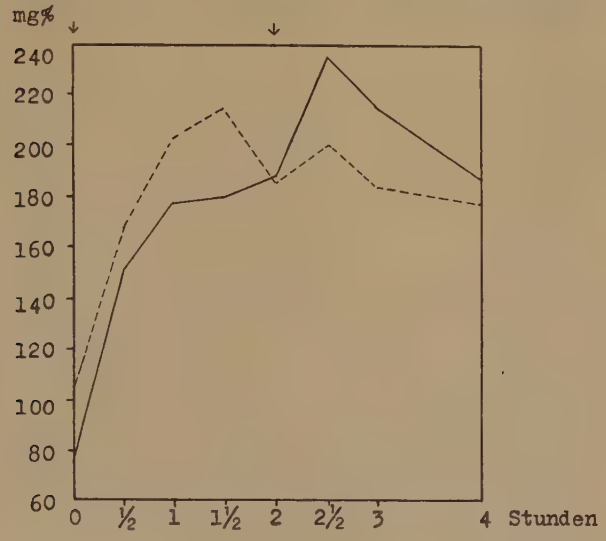

## Abbildung 4 (Tier 15)

Linggbrunnen m i t Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt.



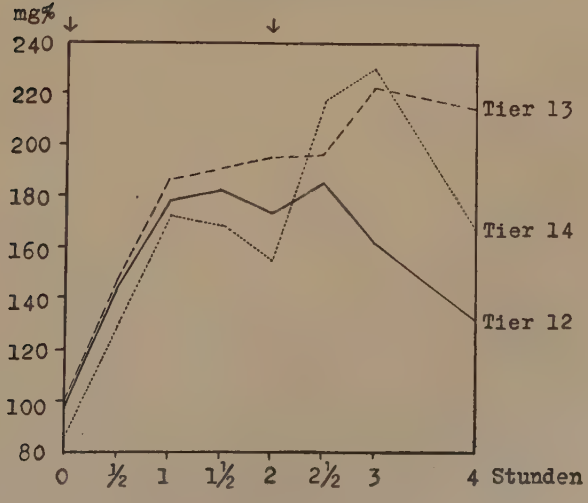
## Abbildung 5 (Tier 16)

Linggbrunnen mit Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt



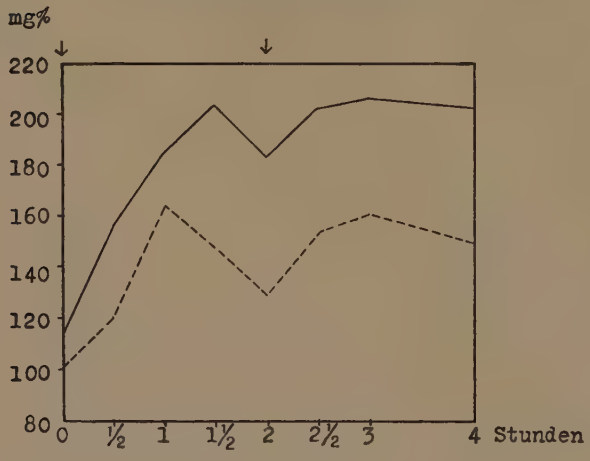

## Abbildung 6 (Tier 12—14)

Linggbrunnen mit Kohlensäure, direkter Versuch.



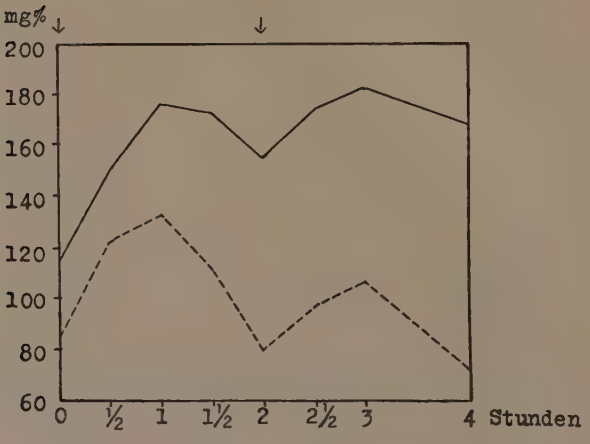
## Abbildung 7 (Tier 18)

Lingg- und Lullusbrunnen, beide ohne Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt.



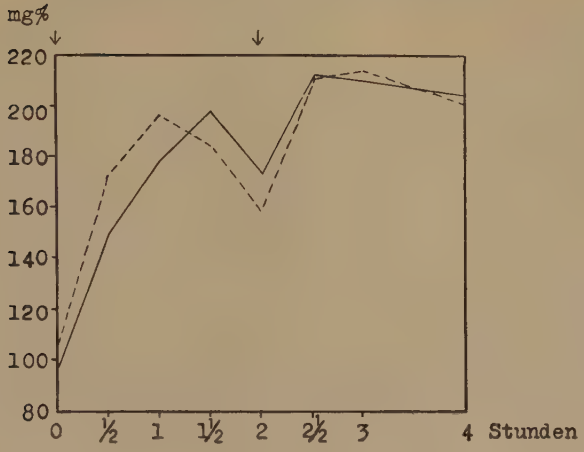

## Abbildung 8 (Tier 20)

Lingg- und Lullusbrunnen, beide ohne Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt.



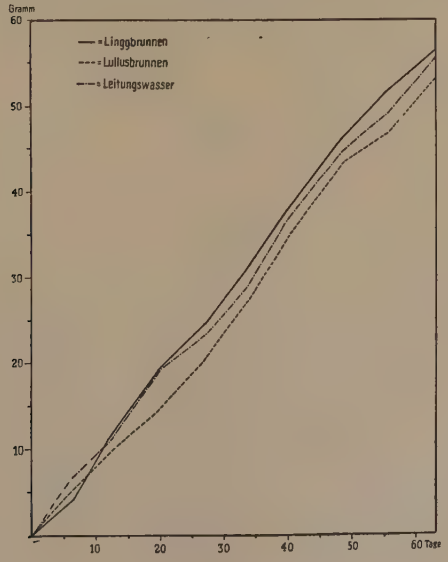
## Abbildung 9 (Tier 23)

Leitungswasser, acht Tage lang zugeführt.




## Abbildung 10 (Ratten)

Durchschnittliche Gewichtszunahme von Ratten bei Brunnenzufuhr,



# X. Tabellen.

## Tabelle 1.

Linggbrunnen ohne Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt.

| Tier | Vor der Brunnenzufuhr | | Nach der Brunnenzufuhr | |
|---|---|---|---|---|
| | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. |
| 5 | 118 | 106 | 101 (−17) | 113 (+ 7) |
| 6 | 137 | 122 | 123 (−14) | 161 (+39) |
| 7 | 123 | 148 | 91 (−32) | 118 (−30) |
| 8 | 134 | 243 | 91 (−43) | 191 (−52) |
| 9 | 131 | 171 | 118 (−13) | 102 (−69) |
| 10 | 115 | 177 | 109 (− 6) | 127 (−50) |
| 11 | 102 | 158 | 76 (−36) | 111 (−47) |

## Tabelle 2.

Linggbrunnen ohne Kohlensäure, direkter Versuch.

| Tier | Nüchtern-wert | Höchstwert nach 1. Bel. | Höchstwert nach 2. Bel. | Vierstunden-wert |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 90 | 169 | 149 | 107 |
| 2 | 110 | 178 | 155 | 118 |
| 3 | 100 | 158 | 165 | 150 |
| 4 | 106 | 178 | 149 | 135 |

## Tabelle 3.

Linggbrunnen mit Kohlensäure, acht Tage lang zugeführt

| Tier | Vor der Brunnenzufuhr | | Nach der Brunnenzufuhr | |
|---|---|---|---|---|
| | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. |
| 15 | 89 | 191 | 108 (+19) | 146 (−45) |
| 16 | 78 | 187 | 105 (+27) | 177 (−10) |
| 17 | 113 | 165 | 103 (−10) | 105 (−60) |

## Tabelle 4.

Linggbrunnen mit Kohlensäure, direkter Versuch.

| Tier | Nüchtern-wert | Höchstwert nach 1. Bel. | Höchstwert nach 2. Bel. | Vierstunden-wert |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 98 | 182 | 185 | 132 |
| 13 | 100 | 195 | 222 | 214 |
| 14 | 86 | 172 | 229 | 166 |

## Tabelle 5.

Lingg- und Lullusbrunnen gleichzeitig acht Tage lang zugeführt.

| Tier | Vor der Brunnenzufuhr | | Nach der Brunnenzufuhr | |
|---|---|---|---|---|
| | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. |
| 18 | 115 | 202 | 101 (−14) | 150 (− 52) |
| 19 | 98 | 142 | 94 (− 4) | 128 (—14) |
| 20 | 115 | 169 | 85 (—30) | 73 (−96) |
| 21 | 109 | | 97 (—12) | |
| 25 | 197 | | 49 (—48) | |

## Tabelle 6.

Leitungswasser, acht Tage lang zugeführt.

| Tier | Vor der Wasserzufuhr | | Nach der Wasserzufuhr | |
|---|---|---|---|---|
| | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. | Nüchtern-wert | Vierstunden-wert nach 2 mal. Bel. |
| 22 | 120 | 190 | 124 (+4) | 198 (+8) |
| 23 | 98 | 205 | 107 (+9) | 201 (−4) |

## Tabelle 7.

Bakterizider Index
vor und nach Zufuhr von Lullusbrunnen.

| Kaninchen | Dauer der Brunnenzufuhr in Tagen | Bakterizider Index vor der Brunnenzufuhr | Bakterizider Index nach der Brunnenzufuhr |
|---|---|---|---|
| a) Lullusbrunnen ohne $CO_2$ | | | |
| 42 | 25 | 1,36 | 2,29 |
| 43 | 23 | 1,44 | 1,67 |
| 44 | 20 | 1,60 | 1,25 |
| 46 | 18 | 1.50 | 2,40 |
| 50 | 20 | 1,64 | 1,56 |
| 58 | 18 | 2,73 | 2,57 |
| b) Lullusbrunnen mit $CO_2$ | | | |
| 36 | 21 | 1,42 | 2,22 |
| 37 | 21 | 1,41 | 2,86 |
| 38 | 23 | 1,36 | 2,15 |
| 39 | 25 | 1,19 | 2,14 |
| 40 | 25 | 1,56 | 1,98 |
| 41 | 23 | 1,81 | 1,53 |

## Tabelle 8.

Bakterizider Index
vor und nach Zufuhr von Linggbrunnen.

| Kaninchen | Dauer der Brunnenzufuhr in Tagen | Bakterizider Index vor der Brunnenzufuhr | Bakterizider Index nach der Brunnenzufuhr |
|---|---|---|---|
| a) Linggbrunnen ohne $CO_2$ | | | |
| 26 | 26 | 1,81 | 1,14 |
| 27 | 26 | 1,67 | 1,25 |
| 28 | 20 | 1,94 | 1,51 |
| 29 | 20 | 1,88 | 1,91 |
| 30 | 18 | 2,64 | 1.87 |
| 31 | 18 | 1,69 | 1,59 |
| 32 | 26 | 1,63 | 1,67 |
| 33 | 26 | 2,72 | 1,66 |
| b) Linggbrunnen mit $CO_2$ | | | |
| 47 | 18 | 1,89 | 3,25 |
| 54 | 19 | 2,36 | 2,66 |
| 55 | 18 | 2,20 | 3,40 |
| 56 | 17 | 1,87 | 3.23 |
| 57 | 18 | 2,12 | 4,46 |

## Tabelle 9.

Bakterizider Index
vor und nach Zufuhr von Leitungswasser

| Kaninchen | Dauer der Brunnenzufuhr in Tagen | Bakterizider Index vor der Brunnenzufuhr | Bakterizider Index nach der Brunnenzufuhr |
|---|---|---|---|
| a) Leitungswasser ohne $CO_2$ | | | |
| 34 | 26 | 2,22 | 2,19 |
| 35 | 26 | 2,10 | 2,35 |
| 48 | 18 | 1,64 | 1,64 |
| 49 | 19 | 1.82 | 2,02 |
| 51 | 18 | 2,60 | 2,63 |
| b) Leitungswasser mit $CO_2$ | | | |
| 45 | 18 | 2,00 | 1,33 |
| 52 | 20 | 1.88 | 2,71 |
| 53 | 19 | 2,68 | 2,87 |
| 59 | 18 | 2,01 | 2,45 |

## Tabelle 10.

Linggbrunnen

Brunnen in ccm, Brot in gr, Stuhl: + = fest D = dunkel
Wenn bei „Stuhl" nichts angegeben, o = weich H = hell
Stuhl normal (+D) — = breiig HD = mittel

| Ratte | | Untersuchungstag: 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 56 | Durchschnitte Brot | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Brot: | 16 | 13 | 15 | 13 | 19 | 14 | 14 | 14,9 | |
| 1 | Wasser: | 11 | 7 | 14 | 14 | 9 | 25 | 30 | | 15.7 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 16 | 22 | 15 | 16 | 20 | 15 | 14 | 16,9 | |
| 2 | Wasser: | 12 | 28 | 30 | 24 | 20 | 26 | 17 | | 22,4 |
| | Stuhl: | oH | +D | | | | | | | |
| | Brot: | 21 | 15 | 18 | 17 | 20 | 15 | 16 | 17,4 | |
| 4 | Wasser: | 25 | 30 | 30 | 30 | 27 | 30 | 30 | | 28,9 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 17 | 16 | 15 | 13 | 19 | 18 | 15 | 16,1 | |
| 5 | Wasser: | 8 | 12 | 8 | 13 | 9 | 9 | 17 | | 10,9 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 11 | 9 | 16 | 14 | 19 | 15 | 14 | 14,0 | |
| 7 | Wasser: | 9 | 10 | 10 | 11 | 18 | 25 | 21 | | 14,9 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 20 | 16 | 18 | 17 | 19 | 20 | 13 | 17,6 | |
| 8 | Wasser: | 9 | 10 | 18 | 23 | 23 | 25 | 17 | | 17,9 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 17 | 20 | 18 | 16 | 19 | 19 | 17 | 18,0 | |
| 9 | Wasser: | 12 | 27 | 29 | 25 | 13 | 20 | 18 | | 20,6 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 15 | 22 | 19 | 17 | 19 | 19 | 16 | 18,1 | |
| 11 | Wasser: | 10 | 17 | 26 | 30 | 13 | 17 | 19 | | 18,9 |
| | Stuhl: | +D | +D | +D | oHD | oHD | +D | +D | | |
| | Brot: | 17 | 26 | 16 | 18 | 16 | 15 | 16 | 17,7 | |
| 12 | Wasser: | 10 | 9 | 7 | 8 | 5 | 8 | 11 | | 8,3 |
| | Stuhl: | oD | oHD | +D | | | | | | |
| | Brot: | 19 | 22 | 18 | 16 | 23 | 18 | 15 | 18,7 | |
| 14 | Wasser: | 21 | 30 | 14 | 13 | 6 | 12 | 8 | | 14,9 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 15 | 16 | 15 | 18 | 23 | 25 | 12 | 17,7 | |
| 17 | Wasser: | 14 | 17 | 30 | 22 | 16 | 20 | 24 | | 19,0 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 16 | 17 | 15 | 15 | 20 | 16 | 15 | 16,3 | |
| 19 | Wasser: | 3 | 12 | 14 | 10 | 14 | 12 | 16 | | 11,6 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |

## Tabelle 11.

Lullusbrunnen

Brunnen in ccm, Brot in gr, Stuhl: + = fest D = dunkel
Wenn bei „Stuhl“ nichts angegeben, o = weich H = hell
Stuhl normal (+D) — = breiig HD = mittel

| Ratte | | Untersuchungstag: 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 56 | Durchschnitte Brot | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Brot: | 17 | 19 | 16 | 22 | 17 | 19 | 18 | 18,3 | |
| 21 | Wasser: | 6 | 10 | 12 | 15 | 19 | 20 | 15 | | 13,9 |
| | Stuhl: | oHD | oHD | oHD | +D | | | | | |
| | Brot: | 13 | 16 | 19 | 15 | 13 | 15 | 18 | 15,6 | |
| 25 | Wasser: | 8 | 8 | 14 | 15 | 14 | 22 | 11 | | 13,1 |
| | Stuhl: | +D | +D | +D | oHD | oHD | +D | +D | | |
| | Brot: | 16 | 15 | 17 | 17 | 16 | 16 | 19 | 16,6 | |
| 26 | Wasser: | 17 | 6 | 5 | 9 | 4 | 3 | 9 | | 7,6 |
| | Stuhl: | oHD | oHD | oHD | +D | | | | | |
| | Brot: | 13 | 17 | 19 | 19 | 18 | 20 | 18 | 17,7 | |
| 28 | Wasser: | 30 | 22 | 30 | 23 | 20 | 28 | 15 | | 24,0 |
| | Stuhl: | H | oHD | oHD | oHD | oHD | oHD | + D | | |
| | Brot: | 13 | 17 | 17 | 16 | 19 | 16 | 20 | 16,9 | |
| 29 | Wasser: | 17 | 22 | 18 | 27 | ? | 28 | 17 | | 21,5 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 13 | 18 | 18 | 18 | 18 | 19 | 21 | 17,9 | |
| 30 | Wasser: | 8 | 6 | 6 | 9 | 8 | 14 | 12 | | 9,0 |
| | Stuhl: | oH | oHD | oHD | +D | +D | +D | oHD | | |
| | Brot: | 16 | 18 | 17 | 18 | 19 | 16 | 21 | 17,9 | |
| 31 | Wasser: | 6 | 14 | 22 | 12 | ? | 18 | 17 | | 13,2 |
| | Stuhl: | +D | −H | −H | −H | oHD | +D | +D | | |
| | Brot: | 12 | 16 | 18 | 19 | 20 | 16 | 19 | 17,1 | |
| 32 | Wasser: | 10 | 9 | 14 | 7 | 8 | 11 | 11 | | 8,6 |
| | Stuhl: | −H | oHD | oHD | oHD | oHD | −H | oHD | | |
| | Brot: | 18 | 16 | 19 | 17 | 17 | 18 | 15 | 17,1 | |
| 36 | Wasser: | 14 | 11 | 18 | 7 | 8 | 11 | 8 | | 11,0 |
| | Stuhl: | −H | oHD | oHD | oHD | +D | oHD | oHD | | |
| | Brot: | 16 | 15 | 12 | 14 | 13 | 15 | 17 | 14,6 | |
| 37 | Wasser: | 8 | 6 | 6 | 11 | 11 | 18 | 15 | | 10,7 |
| | Stuhl: | oH | oHD | oHD | +D | +D | +D | +D | | |
| | Brot: | 23 | 18 | 21 | 20 | 20 | 20 | 19 | 20,1 | |
| 38 | Wasser: | 15 | 29 | 30 | 27 | 30 | 30 | 24 | | 26,5 |
| | Stuhl: | −H | oHD | oHD | +D | oHD | oD | +D | | |
| | Brot: | 19 | 16 | 19 | 16 | 19 | 19 | 18 | 18,0 | |
| 40 | Wasser: | 14 | 9 | 11 | 13 | 13 | 12 | 20 | | 13,1 |
| | Stuhl: | +D | oHD | +D | oHD | oHD | +D | oHD | | |

# Tabelle 12.

Leitungswasser

Wasser in ccm, Brot in gr, Stuhl: + = fest D = dunkel
Wenn bei „Stuhl" nichts angegeben, o = weich H = hell
Stuhl normal (+D) — = breiig HD = mittel

| | Ratte | Untersuchungstag: 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 56 | Durchschnitte Brot | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Brot: | 17 | 23 | 17 | 17 | 20 | 20 | 22 | 19,4 | |
| 62 | Wasser: | 5 | 8 | 12 | 13 | 10 | 10 | 14 | | 10,3 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 25 | 17 | 16 | 18 | 23 | 18 | 22 | 19,9 | |
| 64 | Wasser: | 13 | 13 | 6 | 11 | 18 | 16 | 15 | | 13,1 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 16 | 21 | 16 | 19 | 19 | 18 | 19 | 18,3 | |
| 65 | Wasser: | 13 | 10 | 13 | 18 | 23 | 18 | 15 | | 15,7 |
| | Stuhl: | +D | | | | oHD | oHD | oHD | | |
| | Brot: | 16 | 15 | 19 | 20 | 20 | 17 | 21 | 18,3 | |
| 67 | Wasser: | 6 | 11 | 13 | 11 | 12 | 14 | 16 | | 11,9 |
| | Stuhl: | +D | +D | oHD | oHD | oHD | +D | +D | | |
| | Brot: | 17 | 16 | 17 | 18 | 19 | 18 | 17 | 17,4 | |
| 68 | Wasser: | 4 | 7 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | | 6,7 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 17 | 19 | 18 | 19 | 22 | 20 | 21 | 13,4 | |
| 69 | Wasser: | 5 | 6 | 4 | 6 | 7 | 9 | 14 | | 7,3 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 22 | 19 | 21 | 17 | 19 | 14 | 20 | 18,7 | |
| 70 | Wasser: | 12 | 16 | 8 | 12 | 6 | 13 | 15 | | 11,7 |
| | Stuhl: | +D | +D | oHD | +D | | | | | |
| | Brot: | 13 | 18 | 19 | 20 | 16 | 13 | 20 | 17,0 | |
| 71 | Wasser: | 13 | 16 | 10 | ? | 12 | 16 | 18 | | 14,2 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | ? | ? | 19 | 21 | 21 | 22 | 21 | 20,4 | |
| 72 | Wasser: | ? | 16 | 7 | 12 | 10 | 13 | 8 | | 11.0 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 15 | 17 | 18 | 19 | 20 | 17 | 21 | 18,1 | |
| 75 | Wasser: | 11 | 7 | 10 | 10 | 10 | 11 | 16 | | 10.7 |
| | Stuhl: | oHD | oHD | +D | | | | | | |
| | Brot: | 19 | 16 | 22 | 22 | 17 | 19 | 21 | 19,4 | |
| 76 | Wasser: | 9 | 8 | 8 | 8 | 4 | 8 | 7 | | 7,6 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 17 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 20,0 | |
| 78 | Wasser: | 8 | 8 | 10 | ? | 11 | 14 | 9 | | 10,0 |
| | Stuhl: | +D | +D | +D | +D | oHD | oHD | oHD | | |
| | Brot: | 17 | 17 | 17 | 19 | 20 | 17 | 19 | 18,0 | |
| 79 | Wasser: | 28 | 21 | 14 | 15 | 11 | 18 | 17 | | 17.7 |
| | Stuhl: | +D | | | | | | | | |
| | Brot: | 19 | 15 | 18 | 19 | 21 | 22 | 25 | 19,9 | |
| 80 | Wasser: | 15 | 13 | 7 | 11 | 9 | 19 | 17 | | 13,0 |
| | Stuhl: | +D | +D | +D | oHD | oHD | oHD | +D | | |
| | Brot: | 17 | 17 | 17 | 19 | 18 | 22 | 22 | 18,9 | |
| 81 | Wasser: | 10 | 9 | 6 | 5 | 6 | 8 | 7 | | 7,3 |
| | Stuhl: | +D | +D | +D | —H | +D | +D | oHD | | |

## Tabelle 13.

Lingg. (Gewicht in Gramm)

| Nr. der Ratte | Tage seit Beginn des Versuches | | | | | | | | | | Gewichtszunahme in 9 Wochen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | 40 | 49 | 56 | 63 | |
| 1 | 36 | 37 | 48 | 54 | 59 | 65 | 72 | 82 | 89 | 90 | 54 |
| 2 | 49 | 53 | 64 | 74 | 83 | 91 | 100 | 110 | 117 | 120 | 71 |
| 4 | 57 | 58 | 71 | 75 | 81 | 87 | 95 | 99 | 105 | 106 | 49 |
| 5 | 50 | 55 | 65 | 72 | 76 | 82 | 89 | 93 | 95 | 100 | 50 |
| 7 | 41 | 44 | 48 | 55 | 60 | 69 | 76 | 85 | 90 | 96 | 55 |
| 8 | 57 | 64 | 68 | 76 | 80 | 87 | 89 | 102 | 107 | 116 | 59 |
| 9 | 52 | 56 | 68 | 74 | 83 | 94 | 103 | 119 | 124 | 130 | 78 |
| 11 | 42 | 45 | 52 | 61 | 69 | 74 | 76 | 83 | 88 | 93 | 51 |
| 12 | 57 | 61 | 69 | 76 | 73 | 82 | 90 | 95 | 100 | 102 | 45 |
| 14 | 49 | 57 | 67 | 75 | 77 | 85 | 93 | 102 | 110 | 117 | 68 |
| 17 | 47 | 51 | 58 | 63 | 68 | 73 | 80 | 88 | 92 | 97 | 50 |
| 19 | 53 | 56 | 61 | 69 | 75 | 80 | 85 | 93 | 99 | 101 | 48 |
| | 0 | 3,9 | 12,4 | 19,5 | 24,5 | 31,6 | 38,1 | 46,7 | 52,1 | 56,5 | |

Die unterste Reihe gibt die durchschnittlichen Gewichtszunahmen an.

## Tabelle 14.

Lullus. (Gewicht in Gramm)

| Nr. der Ratte | Tage seit Beginn des Versuches | | | | | | | | | | Gewichtszunahme in 9 Wochen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | 40 | 49 | 56 | 63 | |
| 21 | 42 | 52 | 56 | 73 | 76 | 88 | 96 | 107 | 115 | 120 | 78 |
| 25 | 42 | 44 | 47 | 54 | 59 | 63 | 66 | 73 | 74 | 76 | 34 |
| 26 | 65 | 71 | 72 | 69 | 75 | 78 | 82 | 89 | 91 | 93 | 28 |
| 28 | 61 | 67 | 73 | 76 | 85 | 91 | 98 | 104 | 110 | 117 | 56 |
| 29 | 42 | 47 | 53 | 54 | 59 | 64 | 75 | 87 | 88 | 92 | 50 |
| 30 | 42 | 44 | 49 | 57 | 64 | 71 | 80 | 91 | 93 | 100 | 58 |
| 31 | 46 | 49 | 51 | 51 | 56 | 65 | 75 | 93 | 97 | 105 | 59 |
| 32 | 63 | 65 | 67 | 70 | 76 | 78 | 88 | 90 | 91 | 95 | 32 |
| 36 | 57 | 64 | 68 | 72 | 79 | 83 | 94 | 96 | 101 | 103 | 46 |
| 37 | 39 | 42 | 51 | 57 | 57 | 64 | 73 | 83 | 84 | 94 | 55 |
| 38 | 50 | 58 | 68 | 77 | 85 | 97 | 103 | 110 | 112 | 124 | 74 |
| 40 | 65 | 72 | 80 | 81 | 88 | 95 | 101 | 114 | 123 | 132 | 67 |
| | 0 | 5,1 | 10,1 | 14,7 | 20,3 | 27,6 | 34,7 | 43,6 | 47,1 | 53,1 | |

Die unterste Reihe gibt die durchschnittlichen Gewichtszunahmen an.

## Tabelle 15.

Leitungswasser. (Gewicht in Gramm)

| Nr. der Ratte | Tage seit Beginn des Versuches | | | | | | | | | | Gewichtszunahme in 9 Wochen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 6 | 13 | 20 | 27 | 34 | 40 | 49 | 56 | 63 | |
| 62 | 46 | 51 | 54 | 65 | 70 | 74 | 78 | 90 | 95 | 104 | 58 |
| 64 | 53 | 56 | 62 | 69 | 73 | 83 | 90 | 102 | 108 | 110 | 57 |
| 65 | 36 | 48 | 54 | 63 | 69 | 73 | 78 | 90 | 96 | 101 | 55 |
| 67 | 57 | 60 | 68 | 69 | 73 | 74 | 83 | 87 | 89 | 91 | 34 |
| 68 | 38 | 43 | 45 | 58 | 62 | 74 | 89 | 91 | 95 | 102 | 64 |
| 69 | 53 | 60 | 66 | 72 | 74 | 79 | 90 | 103 | 106 | 112 | 59 |
| 70 | 40 | 47 | 56 | 65 | 67 | 72 | 79 | 88 | 93 | 100 | 60 |
| 71 | 60 | 71 | 75 | 83 | 80 | 84 | 94 | 94 | 98 | 106 | 46 |
| 72 | 39 | 46 | 48 | 60 | 66 | 75 | 81 | 92 | 96 | 104 | 65 |
| 75 | 45 | 51 | 54 | 62 | 65 | 72 | 77 | 88 | 89 | 98 | 53 |
| 76 | 49 | 56 | 60 | 68 | 73 | 83 | 90 | 96 | 101 | 108 | 59 |
| 78 | 57 | 68 | 72 | 78 | 79 | 80 | 86 | 96 | 100 | 108 | 51 |
| 79 | 41 | 47 | 54 | 64 | 69 | 75 | 81 | 85 | 90 | 93 | 52 |
| 80 | 40 | 48 | 49 | 56 | 60 | 67 | 76 | 86 | 94 | 97 | 57 |
| 81 | 42 | 52 | 63 | 66 | 74 | 79 | 86 | 96 | 101 | 106 | 64 |
| | 0 | 6,5 | 11,6 | 19,4 | 23,2 | 29,2 | 36,8 | 45,2 | 49,6 | 55,6 | |

Die unterste Reihe gibt die durchschnittlichen Gewichtszunahmen an.

## Tabelle 16.

Gewichtsveränderung von Kaninchen nach achttägiger Brunnenzufuhr.

| Tier | Gewicht vorher in Gramm | Gewicht nachher in Gramm | Gewichtsveränderung in Gramm | Gewichtsveränderung in Prozent |
|---|---|---|---|---|
| | a) Lingggbrunnen ohne Kohlensäure: | | | |
| 5 | 2700 | 2850 | +150 | + 5,5 |
| 6 | 3300 | 3450 | +150 | + 4,5 |
| 7 | 3000 | 3150 | +150 | + 5,0 |
| 8 | 1950 | 2040 | + 90 | + 4,6 |
| 9 | 3880 | 3880 | ± 0 | ± 0 |
| 10 | 2070 | 1880 | —190 | — 9.2 |
| 11 | 2710 | 2730 | + 20 | + 0,7 |
| | b) Linggbrunnen mit Kohlensäure: | | | |
| 15 | 2100 | 2250 | +150 | + 7,1 |
| 16 | 1950 | 2080 | +130 | + 6.7 |
| 17 | 2910 | 2770 | —140 | — 4,8 |
| | c) Lingg- und Lullus ohne Kohlensäure: | | | |
| 18 | 3610 | 3110 | — 500 | —13,9 |
| 19 | 2220 | 2130 | - 90 | — 4,1 |
| 20 | 3090 | 3130 | + 40 | + 1,3 |
| 21 | 2680 | 2630 | — 50 | — 1,9 |
| 25 | 2350 | 2090 | —260 | —11,1 |
| | d) Leitungswasser: | | | |
| 22 | 3200 | 3070 | —130 | — 4,1 |
| 23 | 2800 | 2770 | — 30 | - 1,1 |
| 24 | 3580 | 3300 | —280 | — 7,8 |

## Tabelle 17.

Analyse des Lingg- und Lullusbrunnens

| | Linggbrunnen | Lullusbrunnen |
|---|---|---|
| Jahr der Untersuchung | 1929 | 1905 |
| Analytiker | R. Fresenius u. L. Fresenius | E. Hintz und L. Grünhut |
| Temperatur | 10,9° C | 10,5° C |
| In 1 Kilogramm sind enthalten Gramm: | | |
| Kationen: | | |
| Kalium-Ion ($K^{\cdot}$) | 0,02991 | 0,01681 |
| Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$) | 1,147 | 0,9604 |
| Lithium-Ion ($Li^{\cdot}$) | 0,000124 | 0,000246 |
| Calcium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$) | 0,2244 | 0,3089 |
| Strontium-Ion ($Sr^{\cdot\cdot}$) | 0,004217 | 0,006501 |
| Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$) | 0,05159 | 0,03763 |
| Zink-Ion ($Zn^{\cdot\cdot}$) | — | 0,004304 |
| Ferro-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$) | 0,000590 | 0,05551 |
| Mangano-Ion ($Mn^{\cdot\cdot}$) | 0,000106 | 0,000297 |
| Aluminium-Ion ($Al^{\cdot\cdot\cdot}$) | 0,000337 | — |
| Anionen: | | |
| Nitrat-Ion ($NO_3'$) | 0,07907 | 0,003764 |
| Chlor-Ion ($Cl'$) | 1,447 | 0,3532 |
| Brom-Ion ($Br'$) | 0,000454 | 0,000136 |
| Jod-Ion ($J'$) | 0,000172 | 0,000003 |
| Sulfat-Ion ($SO_4''$) | 0,8491 | 1,934 |
| Hydrophosphat-Ion ($HPO_4''$) | 0,000110 | 0,000018 |
| Hydroarsenat-Ion ($HAsO_4''$) | — | 0,000040 |
| Hydrocarbonat-Ion ($HCO_3'$) | 0,3955 | 0,7698 |
| | 4,230 | 4,452 |
| Borsäure (meta) ($HBO_2$) | 0,001115 | 0,002952 |
| Kieselsäure (meta) ($H_2SiO_3$) | 0,02106 | 0,01465 |
| Freies Kohlendioxyd ($CO_2$) | — | 0,0101 |
| | 4,252 | 4,479 |

# XI. Schriftennachweis.

(Wenn ein * vor der angegebenen Stelle steht, wurde nicht die Originalarbeit, sondern ihr Referat in den „Berichten über die gesamte Physiologie und experimentelle Pharmakologie“ benutzt).


1 Abel und Geiling . *Journ. of pharmacol. a. exper. therapeut. 25, S. 423 (1925)
2 Abelin . . . . . *Biochem. Zeitschrift 199, S. 72 (1928).
3 Abelin und Goldener Klin. Wochenschrift 4, S. 2446 (1925).
4 Alston , , . . . . *Brit. Journ. exper. Path. 9, S. 300 (1928).
5 Arnoldi . . . . . Münch. med. Wochschr. 69, S. 1078 (1922)
6 Arnoldi . . . . . Z. klin. Med. Bd. 94 (1922), zit. nach Nr. 5.
7 Arnoldi . . . . . *Zeitschr. exper. Med. 73, S. 452 (1930).
8 Arnoldi . . . . . *Zeitschr. exper. Med. 75, S. 64 (1931).
9 Arnoldi und Ettinger Klin. Wochschr. 1922, S. 2082.
10 Arnoldi und Kucera *Zeitschr. exper. Med. 79, S. 311 (1931).
11 Arnoldi u. Roubitschek . . . . . Dtsche. med. Wochschr. 1922, S. 250.
12 Arnoldi u. Roubitschek . . . , . . Münch. med. Wochschr. 1923 S. 702.
13 Arnoldi u. Roubitschek . . . . . Münch. med. Wochschr. 1926, S. 1106.
14 Arnoldi u. Zimmermann . . . , . . *Med. Klin. 22, S. 1029 (1926)
15 Barcroft . . . . . J. of biol. Chem. 3 (1907), zit. nach Nr. 121.
16 Beckmann . . . . Der Balneologe 1, S. 104 (1934).
17 Bickel . . . . . Arch. f. Baln. u. med. Klimatol. 1, S. 409 (1926).
18 Bickel und Kauffmann-Cosla . . . Klin. Wochschr. 4, S. 1343 (1925).
19 Blum und Aubel . Compt. rendus de la soc. de biol. 96, S. 1301 (1927)
20 von Bokai . . . . Arch. exper. Path. 23, S. 209 (1887), zit. nach Nr. 124.
21 Buchheim . . . . Arch. f. physiol. Heilkde. 12, S. 217, zit. nach Nr. 22.
22 Buchheim . . . . Arch. f. physiol. Heilkde. 13, S. 93 (1854).
23 Buchstab u. Sribner *Zeitschr. f. klin. Med. 105, S. 669 (1927).

| | | |
|---|---|---|
| 24 | Buhlan . . . . . | Inaug. Diss. Marburg 1935, Heft 3 der Arbeiten aus der Staatl. Forschungsabtlg. f. Kurortwiss. und med. Klimatol. |
| 25 | Bürgi . . . . . | Dtsche. med. Wochschr. 53, S. 222 (1927). |
| 26 | Bürgi und Gordonoff | Klin. Wochschr. 5. S. 466 (1926). |
| 27 | Campanacci u. Balducci . . . . . | Klin. Wochschr. 5, S. 2166 (1926). |
| 28 | Cobet . . . . . | Arch. ges. Physiol. 150 S. 325 (1913). |
| 29 | Collum . . . . . | Amer. J. Physiol. 10 (1903), zit. nach Nr. 121. |
| 30 | Dehnicke. . . . . | *Zeitschr. physik. Ther. 24, S. 380 (1920). |
| 31 | Diener und Witsch | Zeitschr. physik. Ther. 33, S. 149 (1927). |
| 32 | Eichhoff und Pfannenstiel . , . . . | Zentrbl. Bakt. I, Bd. 106, S. 31 (1928). |
| 33 | Elias . . . . . | Biochem. Zeitschr. 48, S. 120 (1913). |
| 34 | Elias . . . . . | *Ergebn. inn. Med. und Kinderheilkunde 25, S. 192 (1924). |
| 35 | Elias und Kolb . . | Biochem. Zeitschr. 52, S. 331 (1913). |
| 36 | Elias und Popescu-Inotesti und Radoslav . . . . . | *Biochem. Zeitschr. 138, S. 284 (1923). |
| 37 | Elias und Popescu-Inotesti und Radoslav . . . . . | *Biochem. Zeitschr. 138, S. 299 (1923). |
| 38 | Elias und Schubert | Biochem. Zeitschr. 90, S. 229 (1918). |
| 39 | Elias und Weiss , . | *Berl. klin. Wochschr. 58, S. 959 (1921). |
| 40 | Elias und Weiss . . | *Wien. Arch. f. inn. Med. 4, S. 29 (1922). |
| 41 | Erdmann . . . . . | Inaug. Diss. Marburg 1935. |
| 42 | Felsch . . . . . | Med. Welt 2, S. 741 (1928). |
| 43 | Felsch . . . . . | Zeitschr. f. Kurortwiss. 2, S. 156 (1933). |
| 44 | Freund u. Marchand | zit. nach Nr. 11. |
| 45 | Geiger . . . . . | Klin. Wochschr. 1925, S. 1265. |
| 46 | Geiger und Kropf . | Arch. exper. Path. 139, S. 290 (1929). |
| 47 | Geiger und Kropf . | Arch. exper. Path. 147, S. 272 (1930). |
| 48 | Geiger und Kropf . | Arch. exper. Path. 147, S. 281 (1930). |
| 49 | Geiger und Loewi . | Klin. Wochschr. 1922, S. 1210. |
| 50 | Hamburger . . . . | Klin. Wochschr. 1, S. 418 (1922). |
| 51 | Harpuder . . . . | Dtsche. med. Wochschr. 1930, S. 703, S. 748, S. 1260, S. 1311. |
| 52 | Harpuder . . . . | *Zeitschr. exper. Med. 76, S. 709 (1931). |
| 53 | Harpuder . . . . | Zeitschr. f. Kurortwiss. 2, S. 85 (1933). |
| 54 | Harpuder u. Schiering . . . . . | Zeitschr. für exper. Med. 76, S. 715 (1931) |
| 55 | Hilgenberg u. Pfannenstiel . . . . . | Arch. Gynäk. 141, S. 493 (1930). |

56 Hofmeister . . . . zit. nach Nr. 92.
57 Holsen . . . . . Zeitschr. Vitaminf. 1, S. 3 (1932).
58 Jusatz . . . . . Klin. Wochschr. 11, S. 1189 (1932).
59 Jusatz . . . . . Dtsche. med. Wochschr. 1933, S. 1124.
60 Kauffmann-Cosla u. W. Zörkendörfer . Compt. rendus de la soc. de biol. 95, S. 1606 (1926).
61 Kauffmann-Cosla u. W. Zörkendörfer . *Compt. rendus de la soc. de biol. 96, S. 281 (1927)
62 Kauffmann-Cosla u. W. Zörkendörfer u. R. Zörkendörfer . *Bull. de la soc. de chim. biol. 9, S. 174 (1927).
63 Kauffmann-Cosla u. W. Zörkendörfer . *Biochem. Zeitschr. 184, S. 19 (1927).
64 Kauffmann-Cosla u. W. Zörkendörfer . Med. Klin. 23, S. 359 (1927).
65 Kauffmann-Cosla u. W. Zörkendörfer . *Deutsch. Arch. klin. Mediz. 170, S. 302. (1931).
66 Keller-Stoppany . Schweiz. med. Wochenschrift 10, S. 362 (1929)
67 Kionka . . . . . zit. nach Nr. 28.
68 Kisch . . . . . Klin. Wochschr. 1929, S. 695.
69 Kochmann . . . . Biochem. Zeitschr. 112, S. 255 (1920), zit. nach Nr. 120, 121, 124.
70 Kopf . . . . . *Deutsche med. Wochschr. 51, S. 725 (1925)
71 Lampert . . . . . Heilquellen und Heilklima, Dresden und Leipzig 1934, S. 43.
72 Lay . . . . . Inaug. Diss. Marburg 1935, Heft 2 der Arbeiten aus der Staatl. Forschungsabtlg. f. Kurortwiss. und med. Klimatol.
73 Liebig . . . . . cit. v. Leubuscher, Virch. Arch. 26, 1886, zit. nach Nr. 120.
74 Mayer . . . . . Deutsche med. Wochschr. 48, S. 827 (1922)
75 Messerle . . . . . Zeitschr. physik. Ther. 35, S. 57 (1928).
76 Meyer-Betz u. Gebhardt . . . . . Münch. med. Wochschr. 1912, S. 1862.
77 Minkowski . . . . zit. nach Nr. 115.
78 Page . . . . . Amer. Journ. of physiol. 66, S. 1 (1923).
79 Perrin und Cuénot Presse méd. 1930, S. 633.
80 Pfannenstiel . . . Zeitschr. Immunf. 56, S. 389 (1928).
81 Pfannenstiel . . . Verhandl. deutsch. Pharm. Ges. 1929.
82 Pfannenstiel . . . Zeitschr. exper. Med. 77, S. 218 (1931).
83 Pfannenstiel . . . Dermat. Wochschr. 92, S. 489 (1931).
84 Pfannenstiel . . . Zeitschr. physik. Ther. 43, S. 103 (1932).
85 Pfannenstiel . . . Sitz.-Ber. Ges. zur Beförd. ges. Naturwiss. Marburg 67, S. 71 (1932).

86 Pfannenstiel . . . Med. Welt 1933, Nr. 27.
87 Pfannenstiel . . . Münch. med. Wochschr. 1933, S. 1090.
88 Pfannenstiel . . . Der Balneologe 2, S. 1 (1935).
89 Pfannenstiel und Jusatz . . . . . Zeitschr. exper. Med. 90, S. 540 (1933).
90 Poisseuille . . . . Rech. exp. etc. Paris (1828), zit. nach Nr. 120.
91 Porges . . . . . Deutsche med. Wochschr. 1905, S. 524, zit. nach Nr. 120 und 121.
92 Poulsson . . . . . Lehrb. der Pharmakologie, 10. Aufl, Leipzig 1934, S. 345 ff.
93 Rademaekers und Sollmann . . . . *Arch. internat. de pharmaco-dyn. et de thér. 29, S. 481 (1924).
94 Radziejewski . . . Arch. für Anat., Physiol. und wiss. Med. 1870, S. 37.
95 Ronge . . . . . Umstimmungsbehandlung mit den natürlichen Heilmitteln der Kurorte, Bad Hersfeld, 1933.
96 Ronge . . . . . Med. Welt. 1934, Nr. 11
97 Ronge . . . . . Zeitchr. der Reichsfachschaft: Technische Assistentinnen 3, S. 1 (1936)
98 Roubitschek . . . Arch. Baln. u. med. Klimatol. 1. S, 90 (1925)
99 Scholz . . . . . Klin. Wochschr. 10, S. 1569 (1931)
100 Seegen . . . . . Wien. med. Wochschr. 1860 } zit nach Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien XLIX, 2 } Nr. 120
101 Sgalitzer . . . . Zeitschr. Baln. 1914, 7, zit. nach Nr. 74
102 Sick . . . . . Ing. Diss. Tübingen 1859, zit. nach Nr. 120
103 Simó . . . . . *Zeitschr. ges. physik.Ther. 33. S. 163 (1927)
104 Spiro . . . . . Veröffentl. aus hyg. u. baln. Inst. Marienbad, Heft 1, S. 11 (1933) Autoreferat.
105 Staub . . . . . Zeitschr. klin. Med. 91, S. 44 (1921)
106 Staub . . . . . Zeitschr. klin Med. 93, S. 89 (1922)
107 Staub . . . . . Zeitschr. klin. Med. 93. S. 123 (1922)
108 Staub . . . . . Zeitschr. klin. Med. 104, S. 587 (1926)
109 Stransky. . . . . *Biochem. Zeitschr. 122, S. 1 (1921)
110 Tunnicliff . . . . Journ. inf. Dis. 48, S. 161 (1933)
111 Urbach . . . . . Biochem. Zeitschr. 265, S. 390 (1933)
112 Veil . . . . . Verhandl. dtsch. Ges. inn. Med. 1921, S. 284
113 Vogt . . . . . Prakt. Arzt 1931, S. 217
114 Wagner . . . . . Inaug. Diss. Dorpat 1853, zit. nach Nr. 120
115 Weskott . . . . . Zeitschr. Kurortwiss. 2, S. 609 (1933)
116 Wiechowski . . . Zeitschr. Baln. 1914, 39 } zit. nach Nr. 74
117 Wiechowski . . . Prager Med. Wochschr }
118 Wright, Colebrook und Storer . . . . . The Lancet 204, I, S. 365. S. 417, S. 473 (1923)

119 Zörkendörfer, K.. Naturforschervers. 1920 / Balneol. Zeitg. 1920, 13 } zit. nach Nr. 120
120 Zörkendörfer, K. . Veröffentl. aus hyg. u. baln. Inst. Marienbad, Heft 1, S. 5 (1933)
121 Zörkendörfer, W.u.W. Zeitschr. physik. Ther. 39, S. 214 (1930)
122 Zörkendörfer, W. Arch. exper. Path. 161, S. 437 (1931)
123 Zörkendörfer, W. Arch. Verdgskrkh. 53, S. 275 (1933) zit. nach Nr. 124
124 Zörkendörfer, W. Veröffentl. aus hyg. u. baln. Inst. Marienbad, Heft 3, S. 12 (1933).

---

Zum Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Pfannenstiel für die Anregung zu vorliegenden Untersuchungen meinen Dank auszusprechen.

# Lebenslauf.

Ich, Hans Friedrich Wilhelm Ludwig Stern, wurde am 16. Mai 1911 als Sohn des Studienrates Karl Stern und seiner Ehefrau Maria, geborene Friehe zu Hamm in Westfalen geboren. Kurze Zeit später wurde mein Vater nach Minden in Westfalen versetzt. Hier besuchte ich von Ostern 1918 ab drei Jahre lang die Städtische Mittelschule und anschließend das Staatliche Gymnasium, an dem ich Ostern 1931 meine Reifeprüfung ablegte. Im Sommer 1931 begann ich mein medizinisches Studium in Marburg. Mit Ausnahme des dritten Semesters, wo ich in Rostock studierte, verbrachte ich die übrigen vier vorklinischen Halbjahre in Marburg. Meine klinischen Semester begann ich in München und setzte sie im siebten Semester in Königsberg fort, um sie vom achten Halbjahr ab in Marburg zu beenden. Die ärztliche Prüfung habe ich am 14. Dezember 1936 bestanden.

Meine vorklinischen Lehrer waren:

In Marburg: Alverdes, Claussen, Dittler, Göppert, Grüneisen, Jacobshagen, Kutscher, Meerwein, Nauck, Strecker.

In Rostock: Elze, Fröhlich, von Hayek, Hertwig, von Krüger, Reiter.

Meine klinischen Lehrer waren:

In München: Borst, von Müller, von Seemen, von Zumbusch.

In Königsberg: Aßmann, Erb, Kaiserling, Laubmann, Läwen.

In Marburg: Baumann, Baur, Becher, Boeminghaus, Brock, Eimer, Enke, Freudenberg, Grüter, Hempel, Jahrmärker, Kehrer, Kestermann, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Loebell, Mauz, Mondry, Neumann, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schrader, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé.